



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Übersetzung der
europäischen Patentschrift

97 EP 0 600 146 B 1

10 DE 693 31 132 T 2

51 Int. Cl.⁷:
G 05 B 19/418

- 21 Deutsches Aktenzeichen: 693 31 132.0
96 Europäisches Aktenzeichen: 93 103 561.2
98 Europäischer Anmeldetag: 5. 3. 1993
97 Erstveröffentlichung durch das EPA: 8. 6. 1994
97 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: 14. 11. 2001
47 Veröffentlichungstag im Patentblatt: 21. 3. 2002

DE 693 31 132 T 2

30 Unionspriorität:

31979592 30. 11. 1992 JP
31979892 30. 11. 1992 JP

73 Patentinhaber:

PFU Ltd., Ishikawa, JP

74 Vertreter:

COHAUSZ & FLORACK, 40472 Düsseldorf

84 Benannte Vertragsstaaten:

DE, ES, GB

72 Erfinder:

Saka, Nobuo, Kanazawa-shi, Ishikawa, JP; Oda,
Junichi, Kahoku-gun, Ishikawa, JP; Kajihara,
Kazuyuki, Hakui-gun, Ishikawa, JP; Ishiyama,
Yasuaki, Kohoku-gun, Ishikawa, JP

54 Vielseitig verwendbares Produktionssystem und Verfahren zu dessen Gebrauch

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 693 31 132 T 2

12.10.01

0600 746

TH/cj 53123EP
06. Juli 2001

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Die vorliegende Erfindung betrifft ein vielseitiges Produktionssystem und Verfahren zum Betreiben des Systems. Das System fertigt verschiedene Arten von Produkten, einschließlich kleiner Mengen, auf einer einzigen Fertigungsstraße. Das vorliegende System betrifft insbesondere Verfahren zum Betreiben des Systems durch Überwachen der Betriebsbedingungen der Fertigungsstraße und automatisches Generieren von Arbeitsauftragsblättern, um die Produktivität durch Minimieren der Taktzeit der Fertigungsstraße zu erhöhen. Ein relevantes Produktionsplanungssystem wird durch das Dokument GB-A-2 219 109 offenbart.

Im allgemeinen werden bei einer Fertigungsstraße zum Fertigen von Produkten erforderliche Teile zum Zusammenbauen der Produkte zugeführt; Die Produkte werden zusammengebaut, getestet und überprüft, und die Leistung der zusammengebauten Produkte wird aufgrund des Tests für geeignet befunden, woraufhin die Produkte zu einem Verpackungsplatz befördert werden. Für die Massenproduktion wird vorzugsweise eine Fertigungsstraße für jedes Produkt errichtet, und wenn verschiedenerlei Produkte gefertigt werden, einschließlich kleiner Mengen, sind ein großer Fabrikraum und eine große Anzahl an Fertigungseinrichtungen vonnöten. Wenn Produkte in kleinen Mengen gefertigt werden und dabei für jedes

Produkt eine eigene Fertigungsstraße betrieben wird, dann steigt die Leerlaufzeit an und Abschnitte von belegtem Fabrikraum, Produktionseinrichtungen und Bedienpersonen werden redundant.

Um diese Probleme zu lösen, entwickelte ein Anmelder der vorliegenden Erfindung Erfindungen, welche bereits zuvor beim Japanischen Patentamt unter dem Titel "Vielseitiges Produktionssystem" eingereicht wurden. Gemäß diesem System wird ein Produktionssystem vorgesehen, welches verschiedene Arten von Produkten, einschließlich kleiner Mengen, fertigt, und bei dem System werden Arbeitsauftragsblätter, die für jeden Prozeß erforderlich sind, und Daten, welche sich auf defekte Teile beziehen, die in den vorhergehenden Prozessen auf der Fertigungsstraße erkannt werden, automatisch vorgesehen, und das System liefert automatisch ein Testergebnisprotokoll, ehe die Produkte zu einem Verpackungsplatz befördert werden.

Bei einem derartigen Produktionssystem finden sich drei Aspekte, welche hinsichtlich einer Verbesserung der Produktivität berücksichtigt werden sollten. Der erste Aspekt wird in der Folge beschrieben. Bei der Fertigungsstraße ist die Taktzeit, das ist jene Zeit, die zum Durchführen eines jeweiligen Prozesses, beispielsweise zum Zusammenbauen, Testen und Überprüfen des Produktes, verbraucht wird, verschieden, je nach der Arbeitseffizienz oder dem Gesundheitszustand der jeweiligen Bedienperson. Die Taktzeit ändert sich in Abhängigkeit von der Arbeitszeit der jeweiligen Bedienperson, da sich die Arbeitseffizienz in Abhängigkeit von der Arbeitszeit der jeweiligen Bedienperson ändert.

Der zweite Aspekt besteht darin, daß die kontinuierliche Produktion weiterläuft, ohne daß der Fertigungszustand defekter Produkte bekannt ist, welcher von fehlenden Teilen und defekten Einheiten abhängt, die in den zusammengebauten und getesteten Produkten gefunden werden.

Wenn die kontinuierliche Fertigung ohne Kenntnis der vorangegangenen Prozesse weiterläuft, das heißt, falls abnormale Zustände auftreten, verschlechtert sich die Produktivität erheblich. Wenn nun die kontinuierliche Fertigung ohne Kenntnis des Prozentsatzes defekter Produkte weiterläuft, wird möglicherweise eine erhebliche Anzahl defekter Produkte gefertigt.

Der dritte Aspekt wird unten beschrieben. Auf der Fertigungsstraße ist die Zeit, die zum Ausführen des jeweiligen Prozesses, beispielsweise zum Zusammenbauen, Testen und Überprüfen, verbraucht wird, verschieden, so daß die Taktzeit, bei der es sich um die maximal verbrauchte Zeit zum Ausführen jedes Vorgangs handelt, vorzugsweise minimiert wird, wodurch die jeweilige Bedienperson zwischen den jeweiligen Prozessen keine überschüssige Zeit zur Verfügung hat. Um die Taktzeit zu minimieren, werden für jede Bedienperson an jedem Arbeitsplatz gelegentlich Arbeitsauftragsblätter erstellt, welche durch systematisches Probieren auf der Grundlage händischer Berechnungen erstellt werden, wenn Bedienpersonen am jeweiligen Arbeitsplatz Arbeit zugewiesen wird. Daraufhin wird die Produktion gemäß den Arbeitsauftragsblättern fortgesetzt.

Allerdings sind die oben erhaltenen Arbeitsauftragsblätter für gewöhnlich unzulänglich, da sie Leerzeiten für Bedienpersonen beinhalten und somit die Produktivität verringern. Zudem erfordert das Erstellen der Arbeitsauftragsblätter Zeit und Arbeit, was verhindert, daß die Arbeitsauftragsblätter rechtzeitig erstellt werden, wenn Arbeitsauftragsänderungen vom Produktionsleitsystem erfordert werden.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

Die Erfindung betrifft ein vielseitiges Produktionssystem und ein Verfahren zum Betreiben eines vielseitigen Produktionssystems, wie diese in den Ansprüchen 1 bzw. 8 definiert werden.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung, welche die oben genannten Probleme löst, ist es, ein vielseitiges Produktionssystem und Betriebsverfahren vorzusehen, welche eine Überwachungsfunktion aufweisen, welche Betriebsbedingungen der Fertigungsstraße anzeigt, beispielsweise die Arbeitseffizienz jeder Bedienperson für jeden Prozeß und den aktuellen Prozentsatz defekter Produkte, und welche rasch geeignete Arbeitsauftragsblätter an jede Bedienperson ausgeben, nachdem ein Ausfall an der Fertigungsstraße festgestellt wurde.

Fig. 1 ist eine grundlegende Konstruktionszeichnung eines vielseitigen Produktionssystems der vorliegenden Erfindung. Das vielseitige Produktionssystem der vorliegenden Erfindung, welches die erste Aufgabe löst, umfaßt:

zumindest einen Montageplatz 1 zum Zusammenbauen von Teilen, welche nacheinander angeliefert werden, und zum Herstellen verschiedener Arten von Produkten auf einer einzigen Fertigungsstraße;

zumindest einen Testplatz 2 zum Testen und Überprüfen der Leistung oder Qualität von zusammengebauten Produkten;

eine Mehrzahl von Fertigungsstraßenterminals 3, welche an einem oder mehreren Montageplätzen oder Testplätzen installiert sind;

eine Kommunikationsspeichereinheit 4, welche an einem Produkt oder einer Palette zum Aufladen des Produktes angebracht ist, um den Fluß von Produkten und Daten übereinzustimmen, und welche Fertigungsdaten mit den Fertigungsstraßenterminals und Speichern austauscht, wenn die Palette zur Fertigungsstraße befördert wird;

eine Fertigungsstraßenkontrolleinheit 5, welcher die gespeicherten Daten aus der Kommunikationsspeichereinheit über die Fertigungsstraßenterminals, welche an den Arbeitsplätzen der Montageplätze und der Testplätze installiert sind, ausliest und die gelesenen Daten verwendet, um Arbeitsauftragsblätter für Bedienpersonen, welche an den Montageplätzen und den Testplätzen arbeiten, über die Fertigungsstraßenterminals auszugeben;

ein Fertigungsstraßenkontrolleinheitenterminal 6, welches Daten zur Stammdateipflege, einschließlich Arbeitsauftragssteuerdaten, Fortschrittssteuerdaten, Terminierungsdaten und historische Maschinendaten mit der Fertigungsstraßenkontrolleinheit direkt eingibt und ausgibt; und

ein Produktfehlerdatenterminal 7, welches Fehlercodedaten, welche den Inhalt von Fehlern für fehlerhafte Produkte anzeigen, die ausgetauscht werden sollten, eingibt und die Fehlercodedaten löscht, nachdem der Fehler durch Austausch der fehlerhaften Teile behoben wurde.

Das vielseitige Produktionssystem umfaßt die Fertigungsstraßenkontrolleinheit, welcher Parameter, beispielsweise Zeitsteuerung, Qualitätsbedingungen und Status der Bedienpersonen, für Betriebsbedingungen der vielseitigen Fertigungsstraße überwacht, die Parameterdaten mit einem Warnpegelschwellwert vergleicht und, wenn die Parameterdaten größer als der Warnschwellwert sind, eine Warnmeldung durch die Fertigungsstraßenterminals oder das Fertigungsstraßenkontrolleinheitenterminal anzeigt.

Das vielseitige Produktionssystem umfaßt die Fertigungsstraßenkontrolleinheit, welcher Parameter, beispielsweise Zeitsteuerung, Qualitätsbedingungen und Status der Bedienpersonen, für Betriebsbedingungen der Fertigungsstraße überwacht, die Parameterdaten mit einem Gefahrenpegelschwellwert vergleicht und, wenn die Parameterdaten größer als der Gefahrenschwellwert sind, eine Gefahrenmeldung durch die Fertigungsstraßenterminals oder das Fertigungsstraßenkontrolleinheitenterminal anzeigt und Arbeitsaufträge zum Neuorganisieren der Fertigungsstraße ausgibt.

Das vielseitige Produktionssystem umfaßt die Fertigungsstraßenkontrolleinheit, welcher Parameter, beispielsweise Zeitsteuerung, Qualitätsbedingungen und

Status der Bedienpersonen, für Betriebsbedingungen der Fertigungsstraße überwacht, die Parameterdaten mit einem kritischen Fehlerpegelschwellwert vergleicht und die Fertigungsstraße anhält, Arbeitsaufträge für Bedienpersonen anzeigt und ausgibt und dadurch über die Fertigungsstraßenterminals oder das Fertigungsstraßenkontrolleinheitenterminal nächste Arbeitsgänge vorsieht, wenn die Parameterdaten größer als der kritische Schwellwert sind.

Beim vielseitigen Produktionssystem wird die parameterbezogene Zeitsteuerung nach Kommunikation mit der Fertigungsstraßenkontrolleinheit über die Fertigungsstraßenterminals mit Hinblick auf die gespeicherten Daten in der Kommunikationsspeichereinheit ermittelt.

Beim vielseitigen Produktionssystem werden die parameterbezogenen Qualitätsbedingungen aus Daten ermittelt, welche mit der Fertigungsstraßenkontrolleinheit über die Fertigungsstraßenterminals oder das Produktfehlerdatenterminal übertragen werden.

Beim vielseitigen Produktionssystem werden die Parameter, welche Status der Bedienpersonen betreffen, aus Sensorsignalen ermittelt, welche an den Arbeitsplätzen für Bedienpersonen installiert und mit einer programmierbaren Steuerung elektrisch verbunden sind, und die Sensorsignale über das Fertigungsstraßenterminal zur Fertigungsstraßenkontrolleinheit übertragen.

Ein Verfahren zum Betreiben eines vielseitigen Produktionssystems umfaßt:

einen Schritt 1, welcher Parameter, beispielsweise Zeitsteuerung, Qualitätsbedingungen und Zustand von Bedienpersonen, für Betriebsbedingungen der Fertigungsstraße überwacht;

einen Schritt 2, welcher die Parameterdaten mit einem Warnpegelschwellwert vergleicht; und

einen Schritt 3, welcher, wenn die Parameterdaten größer als der Warnschwellwert sind, eine Warnmeldung durch die Fertigungsstraßenterminals oder das Fertigungsstraßenkontrolleinheitenterminal anzeigt.

Ein Verfahren zum Betreiben eines vielseitigen Produktionssystems umfaßt:

einen Schritt 1, welcher Parameter, beispielsweise Zeitsteuerung, Qualitätsbedingungen und Status der Bedienpersonen, für Betriebsbedingungen der Fertigungsstraße überwacht, die Parameterdaten mit einem Gefahrenpegelschwellwert vergleicht;

einen Schritt 2, welcher eine Gefahrenmeldung durch die Fertigungsstraßenterminals oder das Fertigungsstraßenkontrolleinheitenterminal anzeigt, wenn die Parameterdaten größer als der Gefahrenschwellwert sind; und

einen Schritt 3, welcher Arbeitsaufträge zum Neuorganisieren der Fertigungsstraße ausgibt.

Ein Verfahren zum Betreiben eines vielseitigen Produktionssystems umfaßt:

einen Schritt 1 welcher Parameter, beispielsweise Zeitsteuerung, Qualitätsbedingungen und Status der Bedienpersonen, für Betriebsbedingungen der Fertigungsstraße überwacht;

einen Schritt 2, welcher die Parameterdaten mit einem kritischen Fehlerpegelschwellwert vergleicht;

einen Schritt 3, welcher die Fertigungsstraße anhält; und

einen Schritt 4, welcher Arbeitsaufträge für Bedienpersonen anzeigt und ausgibt und dadurch über die Fertigungsstraßenterminals oder das Fertigungsstraßenkontrolleinheitenterminal nächste Arbeitsgänge vorsieht, wenn die Parameterdaten größer als der kritische Schwellwert sind.

Ein vielseitiges Produktionssystem, welches die oben genannte zweite Aufgabe löst, umfaßt:

zumindest einen Montageplatz 1 zum Zusammenbauen von Teilen, welche nacheinander angeliefert werden, und zum Herstellen verschiedener Arten von Produkten auf einer einzigen Fertigungsstraße;

zumindest einen Testplatz 2 zum Testen und Überprüfen der Leistung oder Qualität von zusammengebauten Produkten;

eine Mehrzahl von Fertigungsstraßenterminals 3, welche an einem oder mehreren Montageplätzen oder Testplätzen installiert sind;

eine Kommunikationsspeichereinheit 4, welche an einem Produkt oder einer Palette zum Aufladen des Produktes angebracht ist, um den Fluß von Produkten und Daten übereinzustimmen, und welche Fertigungsdaten mit dem Fertigungsstraßenterminal austauscht und diese speichert, wenn die Palette zur Fertigungsstraße befördert wird;

eine Fertigungsstraßenkontrolleinheit 5, welcher die gespeicherten Daten aus der Kommunikationsspeichereinheit über die Fertigungsstraßenterminals, welche am Arbeitsplatz der Montageplätze und Testplätze installiert sind, ausliest und die gelesenen Daten verwendet, um Arbeitsauftragsblätter für Bedienpersonen, welche an den Montageplätzen und dem Testplatz arbeiten, über die Fertigungsstraßenterminals auszugeben, und Testergebnisprotokolle, welche Test-/Überprüfungsprotokolldaten für ein Produkt enthalten, welches zusammengebaut, getestet und überprüft und schließlich als fehlerfreies Produkt erkannt wurde, über ein Fertigungsstraßenterminal ausgibt, welches an einem Endtestplatz installiert ist; und

ein Fertigungsstraßenkontrolleinheitenterminal 6, welches Daten für Stammdateipflege, Arbeitsauftragssteuerung, Fortschrittssteuerung, Terminierung und historische Produktdaten mit der Fertigungsstraßenkontrolleinheit direkt eingibt und ausgibt:

wobei die Fertigungsstraßenkontrolleinheit 5 dadurch gekennzeichnet ist, daß er vorab speichert: jede Datei wie Arbeitsinhalte, Bedienpersonen, Zeitänderungen, Zuführabfolge für Standardteile, Bestandteile eines Produktes und Wartungswerkzeuge; einen Produktionsbefehl vom Produktionsleitsystem empfängt; die Arbeit berechnet

und aufteilt, um den Takt zu minimieren; und die Arbeitsauftragsblätter über das Fertigungsstraßenterminal ausgibt.

Ein vielseitiges Produktionssystem umfaßt des weiteren ein Fehlerdatenterminal 7, welches Fehlergehaltsdaten für Produkte eingibt, welche auszutauschende fehlerhafte Teile aufweisen, fehlerhafte Teile betreffende Daten eingibt, welche angeben, daß Teile defekt sind, und die Daten, welche fehlerhafte Teile betreffen, löscht, nachdem diese durch Austauschen der fehlerhaften Teile ersetzt wurden.

Beim vielseitigen Produktionssystem gibt die Fertigungsstraßenkontrolleinheit, um den Takt zu minimieren, Arbeitsauftragsblätter über das Fertigungsstraßenterminal aus;

das Arbeitsauftragsblatt wird aus einer Terminierungsdatei generiert, welche das Arbeitsbeginndatum, den Typencode, den Produktnamen, die Produktnummer, die Arbeitsabfolge und die Arbeitsbeginnzeit für einen bestimmten Prozeß festhält, und aus einer Prozeßbasisarbeitsdatei, welche angibt, welches Produkt erzeugt werden sollte, und angibt, wann und zu welcher Zeit mit der Arbeit begonnen werden sollte und welche Arbeit unter Zugrundelegung des jeweiligen Prozesses ausgeführt werden sollte.

Ein Verfahren zum Betreiben eines vielseitigen Produktionssystems, um den Takt zu minimieren, umfaßt:

einen ersten Schritt, um einen Durchschnittswert durch Dividieren der Gesamtanzahl an Arbeitsmannstunden, das

heißt, der Summe von Mannstunden, die für jeden Arbeitsgang zum Herstellen eines vorgegebenen Produktes erforderlich sind, durch eine Prozeßanzahl, welche einer Bedienpersonenanzahl entspricht, zu berechnen;

einen zweiten Schritt, um jede Gruppensumme von Arbeitsmannstunden für der jeweiligen Bedienperson zugewiesenen Arbeit mit der jeweiligen Bewertung zu multiplizieren; das heißt, mit einem Arbeitseffizienzfaktor für jede Bedienperson, um die Arbeitsmannstunden für jeden Prozeß kleiner gleich dem Durchschnittswert zu machen.

Ein Verfahren zum Betreiben eines vielseitigen Produktionssystems, um den Takt zu minimieren, umfaßt:

einen ersten Schritt, um die zugewiesenen Soll-Mannstunden jeder Bedienperson durch Dividieren der Summe der gesamten Arbeitsmannstunden durch die Summe der Bewertung jeder Bedienperson und Multiplizieren der Bedienpersonenbewertung zu ermitteln;

einen zweiten Schritt, um jeder Bedienperson Arbeitsgänge zuzuweisen, um die Arbeitsmannstunden für jeden Prozeß kleiner gleich den zugewiesenen Soll-Mannstunden zu machen.

Ein Verfahren zum Betreiben eines vielseitigen Produktionssystems, um den Takt zu minimieren, umfaßt:

einen dritten Schritt, welcher verbleibende Arbeiten, welche keiner der Bedienpersonen zugewiesen wurden, zuweist, um durch Addieren der Gruppensumme von Arbeitsmannstunden für jede Bedienperson die gesamten

Arbeitsmannstunden für jede Bedienperson zu erhalten, welche unter Bedienpersonen im wesentlichen gleich werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Fig. 1 ist eine grundlegende Konstruktionszeichnung eines vielseitigen Produktionssystems der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 zeigt eine Ausführungsform einer vielseitigen Produktion der vorliegenden Erfindung;

Fig. 3 zeigt Hardware zum Herstellen einer Verbindung zwischen einer ID-Karteneinheit und einer Fertigungsstraßenkontrolleinheit;

Fig. 4 zeigt ein Format einer ID-Karte;

Fig. 5 ist ein Flußdiagramm für einen Überwachungsprozeß eines vielseitigen Produktionssystems der vorliegenden Erfindung;

Fig. 6 ist ein Tabellenbeispiel, welches einen Kalkulationsprozeß für ein Fertigungsstraßengleichgewicht zeigt, welches als am geeignetsten betrachtet wird, vor der Modifizierung;

Fig. 7 ist ein Tabellenbeispiel, welches einen Kalkulationsprozeß für ein Fertigungsstraßengleichgewicht zeigt, welches als am geeignetsten betrachtet wird, nach der Modifizierung;

Fig. 8A ist ein halber Teil eines Tabellenbeispiels für eine Arbeitsinhaltsdatei, welche in einem Speicherbereich einer Fertigungsstraßenkontrolleinheit gespeichert ist;

Fig. 8B ist ein anderer halber Teil eines Tabellenbeispiels für eine Arbeitsinhaltsdatei, welche in einem Speicherbereich einer Fertigungsstraßenkontrolleinheit gespeichert ist;

Fig. 9A ist ein Tabellenbeispiel für eine Bedienpersonendatei, welche in einem Speicherbereich einer Fertigungsstraßenkontrolleinheit gespeichert ist;
Fig. 9B ist ein Tabellenbeispiel für eine Hocheffizienzarbeitszeitzonendatei, welche in einem Speicherbereich einer Fertigungsstraßenkontrolleinheit gespeichert ist;

Fig. 9C ist ein Tabellenbeispiel für eine Normalproduktionsabfolgendatei, welche in einem Speicherbereich einer Fertigungsstraßenkontrolleinheit gespeichert ist;

Fig. 10A ist ein Tabellenbeispiel für eine Wartungswerkzeugdatei, welche in einem Speicherbereich einer Fertigungsstraßenkontrolleinheit gespeichert ist;

Fig. 10B ist ein Tabellenbeispiel für eine Teillistendatei, welche in einem Speicherbereich einer Fertigungsstraßenkontrolleinheit gespeichert ist;

Fig. 10C ist ein Tabellenbeispiel für eine Produktionsbefehlsdatei, welche in einem Speicherbereich einer Fertigungsstraßenkontrolleinheit gespeichert ist;

Fig. 11A ist ein Tabellenbeispiel für eine Prozeßbasisdatei, welche in einem Speicherbereich einer Fertigungsstraßenkontrolleinheit gespeichert ist;

Fig. 11B ist ein Tabellenbeispiel für eine Terminierungsdatei, welche in einem Speicherbereich einer Fertigungsstraßenkontrolleinheit gespeichert ist;

Fig. 12 ist ein erster Teil eines Prozeßflußdiagramms zum Generieren eines Arbeitsauftragsblattes, welches für ein geeignetes Fertigungsstraßengleichgewicht sorgt;

Fig. 13 ist ein zweiter Teil des Flußdiagramms, welches von Fig. 12 fortgesetzt wird;

Fig. 14 ist ein letzter Teil des Flußdiagramms, welches von Fig. 13 fortgesetzt wird;

Fig. 15 ist ein Tabellenbeispiel, welches einen ersten Rechenvorgang für ein am geeignetsten erachtetes Fertigungsstraßengleichgewicht darstellt;

Fig. 16 ist ein Tabellenbeispiel, welches einen zweiten Rechenvorgang für ein am geeignetsten erachtetes Fertigungsstraßengleichgewicht darstellt;

Fig. 17A ist ein halber Teil einer Sammlung von Anzeigebeispielen von Arbeitsauftragsblättern;

Fig. 17B ist ein weiterer halber Teil einer Sammlung von Anzeigebeispielen von Arbeitsauftragsblättern;

Fig. 18A ist ein Anzeigebeispiel, wenn Einheitsfehlerdaten eingegeben werden;

Fig. 18B ist ein Anzeigebeispiel, wenn Produktfehlercode eingegeben wird;

Fig. 19A ist ein Anzeigebeispiel einer Einheitenliste für ein Produkt vor dem Austauschen fehlerhafter Einheiten;

Fig. 19B ist ein Anzeigebeispiel einer Einheitenliste für ein Produkt nach dem Austauschen fehlerhafter Einheiten.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

Fig. 2 zeigt eine Ausführungsform eines vielseitigen Produktionssystems der vorliegenden Erfindung. In Fig. 2 bezeichnen M1 bis M6 Montageplätze zum Zusammenbauen von Produkten. T1 bis T14 bezeichnen Testplätze zum Testen und Überprüfen halb zusammengebauter Produkte. Ein halb zusammengebautes Produkt bedeutet einen integrierten Körper aus Teilen, aus welchen sich ein Produkt zusammensetzt, welcher daraufhin während des Zusammenbauvorgangs, vom Zusammenbauen bis zur Fertigstellung des Zusammenbaus, zum ersten Testplatz T1 befördert wird. An den Montageplätzen M1 bis M6 werden halb zusammengebaute Produkte 1 bis 6 zusammengebaut. Die Montageplätze M1 bis M6 umfassen temporäre Teilezuführstationen (nicht dargestellt), in welchen Teile, welche für den Produkttyp erforderlich sind, aufbewahrt werden. Transportkarren werden verwendet, um Teile zu verteilen, wobei jeder dieser Karren Teile in jener Reihenfolge, in welcher die Teile zusammengebaut werden, an die Montageplätze M1 bis M6 verteilt. Je nach Anzahl der Teile werden manche Montageplätze eventuell nicht verwendet. Wenn beispielsweise der Zusammenbau durch Verwendung von Montageplatz M1 bis M4

fertiggestellt wird, dann werden Montageplatz M5 und M6 nicht verwendet. Bei dieser Ausführungsform wird eine ID-Karte (nicht dargestellt), welche als Kommunikationsspeichereinheit oder Datenträger dient, an einer Palette zum Aufladen eines Produktes angebracht. Die ID-Karte wird verwendet, um Daten, welche zum Fertigen von Produkten erforderlich sind, über Fertigungsstraßenterminals zu oder von einer Fertigungsstraßenkontrolleinheit zu übertragen.

Fig. 3 zeigt Hardware zum Herstellen einer Verbindung zwischen einer ID-Karte und einer Fertigungsstraßenkontrolleinheit. In Fig. 3 bezeichnet eine Bezugszahl 11 das, was bei der vorliegenden Erfindung als eine optische ID-Einheit oder eine ID-Karte bezeichnet wird. Die ID-Karte 11 ist an einem Produkt oder einer Palette zum Aufladen eines Produktes angebracht, und ein optisches Terminal 12 ist an jedem Montageplatz oder jedem Testplatz installiert. Wenn die ID-Karte eintrifft, erfaßt ein photoelektrischer Schalter, welcher an jedem Zusammenbau- oder Testplatz installiert ist, die Anwesenheit der ID-Karte und eine Ablaufsteuerung 14 hält ein Förderband an, welches nicht dargestellt ist. Dann wird mit dem Zusammenbauen oder dem Testen begonnen. Zuvor wird mit der ID-Karte 11 über das optische Terminal 12 kommuniziert, um Daten von dieser zu lesen oder auf diese zu schreiben. Das Lesen oder Schreiben von Daten wird an jedem Arbeitsplatz durch ein Fertigungsstraßenterminal 15 unter der Steuerung einer Fertigungsstraßenkontrolleinheit 16 ausgeführt. Ein Signal, welches über das optische Terminal 12 übertragen wird, wird von einer Steuerungseinheit 13 verstärkt. Die Steuerungseinheit 13 ist über die Ablaufsteuerung 14 oder

mittels einer RS-232C-Schnittstelle direkt am Fertigungsstraßenterminal 15 angeschlossen.

Ein Fertigungsstraßenterminal an einem Montageplatz M1 sendet einen einem Produkttyp entsprechenden Produktcode, welcher mittels einer Tastatur oder durch Lesen eines Balkencodes eingegeben wurde, zu einer Fertigungsstraßenkontrolleinheit. Die Fertigungsstraßenkontrolleinheit schreibt Daten für eine ID-Karte, beispielsweise einen Produktcode, eine Steuerungsnummer, eine Prozeßnummer, eine Arbeitsbeginnzeit, eine Arbeitsendzeit und Testmuster, welche darin gespeichert sind, auf eine ID-Karte, welche später beschrieben wird, über ein Handhabungsterminal für halb zusammengebaute Produkte. Die Fertigungsstraßenkontrolleinheit setzt daraufhin eine Bedienperson über die Daten für eine ID-Karte in Kenntnis, durch Ausgeben eines Zusammenbauarbeitsauftragsblattes auf einem Bildschirm oder Drucker, welcher am Handhabungsterminal für halb zusammengebaute Produkte angeschlossen ist. Die Bedienperson am Montageplatz M1 beginnt, ein Transportmittel oder Förderband (nicht dargestellt) zu fahren, um ein zusammengebautes Produkt dem Arbeitsauftragsblatt entsprechend zu befördern.

An den Montageplätzen M2 bis M6 lesen dort installierte Terminals für halb zusammengebaute Produkte oder Fertigungsstraßenterminals den Produktcode, die Steuerungsnummer und andere Daten von der ID-Karte ab, welche an der Palette angebracht ist, die sequentiell zu den Arbeitsplätzen transportiert wird. Die Terminals für halb zusammengebaute Produkte lesen auch Daten ab, welche den Typ, die Teilnummern, die Losnummern und das

Fertigungsdatum der Teile, aus welchen sich das halb zusammengebaute Produkt zusammensetzt, betreffen, beispielsweise von den Balkencodes, die an den Teilen angebracht sind. Daraufhin übertragen die Terminals für halb zusammengebaute Produkte die gelesenen Daten zur Fertigungsstraßenkontrolleinheit. Die Fertigungsstraßenkontrolleinheit setzt Bedienpersonen über die oben genannten Daten in Kenntnis, durch Ausgeben der den Montageplätzen M2 bis M6 zugeordneten Zusammenbauarbeitsauftragsblätter, welche in der Fertigungsstraßenkontrolleinheit gespeichert werden, an Bildschirme oder Drucker, welche mit den entsprechenden Terminals für halb zusammengebaute Produkte verbunden sind. Die Bedienpersonen beginnen damit, Transportmittel oder Förderbänder (nicht dargestellt) zu fahren, um halb zusammengebaute Produkte 1 bis 6, welche zusammengebaut werden, den Montageplätzen an den nachfolgenden Schritten zuzuführen. Schließlich wird das halb zusammengebaute Produkt 6 zu einem Testplatz T1 befördert.

Ein Testterminal oder ein Fertigungsstraßenterminal am Testplatz T1 liest den Produktcode und die Steuerungsnummer von der ID-Karte, welche an der beförderten Palette angebracht ist, ab und identifiziert den Typ, Teilenummern, Losnummern und Fertigungsdatum der Teile, aus welchen sich das Produkt zusammensetzt, durch Lesen, beispielsweise von Balkencodes, welche an den Teilen angebracht sind. Das Testterminal überträgt dann diese Daten zur Fertigungsstraßenkontrolleinheit. Die Fertigungsstraßenkontrolleinheit ermittelt, ob irgendein Teil des halb zusammengebauten Produktes 6 fehlt, gibt dann einen Arbeitsauftrag, welcher beispielsweise "fehlender Teil gefunden" anzeigt, auf einem Bildschirm oder einem Drucker aus, welcher mit dem Testterminal

verbunden ist und informiert somit die Bedienperson. Überdies schreibt das Testterminal die Daten, welche am Testplatz T1 erfaßt wurden, welche eine Prozeßnummer, eine Arbeitsbeginnzeit, eine Arbeitsendzeit und die Resultate der Bestimmung, welche das Vorliegen oder Nichtvorliegen eines Defekts angeben, umfassen, auf die ID-Karte. Daraufhin beginnt die Bedienperson damit, ein Transportmittel oder ein Förderband (nicht dargestellt) zu fahren, um das halb zusammengebaute Produkt 6 einem Testplatz T2 zuzuführen.

Ein Fertigungsstraßenterminal am Testplatz T2 liest die Daten des Produktcodes und der Steuerungsnummer von der ID-Karte, welche an der beförderten Palette angebracht ist, ab, sendet dann diese Daten zur Fertigungsstraßenkontrolleinheit. Die Fertigungsstraßenkontrolleinheit überprüft und bestimmt, ob „Software Keep“ ausgeführt werden sollte, das heißt, ob ein Testprogramm auf die Festplatte des Produktes geschrieben werden sollte, und informiert dann eine Bedienperson über die Resultate der Überprüfung, durch Ausgeben des Resultats auf einem Bildschirm oder einem Drucker, welche an das Fertigungsstraßenterminal angeschlossen sind. Wenn festgestellt wird, daß „Software Keep“ nicht ausgeführt werden sollte, beginnt die Bedienperson damit, das halb zusammengebaute Produkt beim nächsten Schritt zu einem Testplatz T3 zu befördern, und wenn festgestellt wird, daß „Software Keep“ ausgeführt werden sollte, legt die Bedienperson das halb zusammengebaute Produkt vorübergehend auf ein „Software Keep“-Regal, schreibt ein Testprogramm auf die Festplatte des Produktes und beginnt, das halb zusammengebaute Produkt im nächsten Schritt zum Testplatz T3 zu befördern.

Ein Fertigungsstraßenterminal am Testplatz T3 liest die Daten des Produktcodes und der Steuerungsnummer von der ID-Karte, welche an der beförderten Palette angebracht ist, ab und sendet daraufhin die gelesenen Daten zur Fertigungsstraßenkontrolleinheit. Die Fertigungsstraßenkontrolleinheit führt eine Überprüfung durch, um festzustellen, ob das halb zusammengebaute Produkt 6 eingezogen (d.h. als zurückgegebener Artikel einem Reparaturvorgang unterzogen) werden sollte, informiert dann die Bedienperson über das Ergebnis der Überprüfung durch Ausgeben desselben auf einem Bildschirm oder einem Drucker, welche an das Fertigungsstraßenterminal angeschlossen sind. Wenn festgestellt wird, daß das halb zusammengebaute Produkt eingezogen werden sollte, legt die Bedienperson das halb zusammengebaute Produkt 6 auf einen Einziehplatz. Wenn festgestellt wird, daß das halb zusammengebaute Produkt nicht eingezogen werden sollte, überprüft die Bedienperson einen Einstellauftrag, welcher die Bedingungen zum Einstellen von Hochtemperaturalterungs- und Niedertemperaturalterungsvorrichtungen angibt, und stellt dann die Alterungsvorrichtungen gemäß dem Einstellauftrag ein. Beim Einstellen stellt die Bedienperson die Alterungszeit relativ zu einer eingestellten Alterungsspannung auf beispielsweise zwei Stunden bei einer Spannung L (etwas niedriger als 5V) oder auf zwölf Stunden bei einer Spannung VH (etwas höher als 5V) ein und gibt die Anzahl von Schritten an, welche von jeder Alterungsvorrichtung benötigt werden, welche von der Größe oder insbesondere von der Höhe eines halb zusammengebauten Produkts abhängt. Die Bedienperson beginnt daraufhin, im nächsten Schritt ein Transportmittel innerhalb der

Hochtemperaturalterungsvorrichtung zu einem Testplatz T4 zu fahren.

Die Anzahl belegter Schritte wird für jede der Hochtemperaturalterungs- und Normaltemperaturalterungsvorrichtungen auf sechs eingestellt. Ein Transportmittel, welches sechs Schritte umfaßt, ist installiert, und je nach der Höhe eines halb zusammengebauten Produktes sind zwei oder drei Schritte je halb zusammengebautem Produkt belegt. Die Hochtemperaturalterungsvorrichtung besteht aus Transportmitteln für Ausgangs- und Eingangsstrecken. Die Normaltemperaturalterungsvorrichtung umfaßt nur ein Transportmittel für eine Ausgangsstrecke. Ein Einziehplatz wird nicht nur am Testplatz T3 sondern auch an den Testplätzen T4, T5, T7 und T14 beibehalten.

Ein Fertigungsstraßenterminal am Testplatz T4, welches außerhalb der Ausgangsstrecke der Hochtemperaturalterungsvorrichtung angeordnet ist, liest die Daten des Produktcodes und der Steuerungsnummer von der ID-Karte, welche an der beförderten Palette angebracht ist, ab und transportiert daraufhin die gelesenen Daten zur Fertigungsstraßenkontrolleinheit. Die Fertigungsstraßenkontrolleinheit gibt die empfangenen Daten auf einem Bildschirm oder einem Drucker aus, welche am Fertigungsstraßenterminal angeschlossen sind, und meldet somit, ob das halb zusammengebaute Produkt 6 eine automatische Spannungsänderungsfunktion aufweist, und falls das halb zusammengebaute Produkt 6 diese Funktion aufweist, reagiert die Bedienperson nicht, und falls das halb zusammengebaute Produkt 6 diese Funktion nicht aufweist, ändert die Bedienperson den eingestellten Spannungswert händisch. Daraufhin beginnt die

Bedienperson, ein Transportmittel in der Hochtemperaturalterungsvorrichtung zu fahren, um das halb zusammengebaute Produkt 6 durch die Ausgangsstrecke der Hochtemperaturalterungsvorrichtung zu einem Testplatz 5 am nächsten Schritt zu befördern.

Ein Fertigungsstraßenterminal am Testplatz T5, welches außerhalb der Ausgangsstrecke der Hochtemperaturalterungsvorrichtung angeordnet ist, liest die Daten des Produktcodes und der Steuerungsnummer von der ID-Karte, welche an der beförderten Palette angebracht ist, ab, und sendet die gelesenen Daten daraufhin zur Fertigungsstraßenkontrolleinheit. Die Fertigungsstraßenkontrolleinheit gibt die Alterungszeit für die Normaltemperatur(Raumtemperatur)-Alterungsvorrichtung und die Anzahl belegter Schritte für das halb zusammengebaute Produkt auf einem Bildschirm oder einem Drucker aus, welche am Fertigungsstraßenterminal angeschlossen sind, und setzen somit eine Bedienperson über die Daten in Kenntnis. Die Bedienperson stellt die Alterungszeit für die Normaltemperaturalterungsvorrichtung und die Anzahl belegter Schritte gemäß Inkenntnissetzung ein und beginnt daraufhin, ein Transportmittel in der Normalalterungsvorrichtung zu fahren.

Nach Abschluß der Normaltemperaturalterung wird das halb zusammengebaute Produkt zu einem Testplatz T10 befördert. Ein Fertigungsstraßenterminal am Testplatz T10 liest die Daten des Produktcodes und der Steuerungsnummer von der ID-Karte, welche an der beförderten Palette angebracht ist, ab, und transportiert daraufhin die gelesenen Daten zur Fertigungsstraßenkontrolleinheit. Die Fertigungsstraßenkontrolleinheit gibt die empfangenen

Daten auf einem Bildschirm oder einem Drucker, welche am Fertigungsstraßenterminal angeschlossen sind, aus, und informiert somit eine Bedienperson, ob „Software Keep“ ausgeführt werden sollte; das heißt, ob ein Betriebssystem geschrieben werden sollte. Wenn „Software Keep“ ausgeführt werden sollte, führt die Bedienperson einen Schreibvorgang aus, und nach diesem beginnt die Bedienperson, das Transportmittel in Richtung eines Testplatzes T14 zu einem Verpackungsplatz zu fahren. Wenn „Software Keep“ nicht ausgeführt werden sollte, beginnt die Bedienperson, das Transportmittel ohne „Software Keep“ zu fahren.

Ein Fertigungsstraßenterminal am Testplatz T14 liest die Daten des Produktcodes und der Steuerungsnummer von der ID-Karte, welche an der beförderten Palette angebracht ist, ab und sendet daraufhin die gelesenen Daten zur Fertigungsstraßenkontrolleinheit. Die Fertigungsstraßenkontrolleinheit gibt ein Testprotokoll auf einem Drucker aus, welcher an das Fertigungsstraßenterminal am Testplatz T14 angeschlossen ist. Überdies führt die Fertigungsstraßenkontrolleinheit „Stocking After Testing“ aus; mit anderen Worten, die Fertigungsstraßenkontrolleinheit meldet die Fertigstellung von Zusammenbau und Überprüfung an ein Produktionsmanagementsystem. Des weiteren kommuniziert die Fertigungsstraßenkontrolleinheit per LAN über einen Verpackungsplatzleitregler an einem Verpackungsplatz und setzt eine Bedienperson über einen Verpackungsarbeitsauftrag in Kenntnis, welcher angibt, daß ein Verpackungskarton, der für das Verpacken erforderlich ist, vorbereitet werden sollte, um ein halb zusammengebautes Produkt zum Verpackungsplatz zu transportieren, durch Ausgeben des

Verpackungsarbeitsauftrags auf einem Drucker oder einem Bildschirm , welche an das Verwaltungsterminal des Verpackungsplatzleitreglers angeschlossen sind. Andererseits schreibt das Fertigungsstraßenterminal am Testplatz T14 die Daten, welche am Testplatz T14 erfaßt werden, welche eine Prozeßnummer, eine Arbeitsbeginnzeit, eine Arbeitsendzeit und die Resultate einer Bestimmung des Vorliegens oder Nichtvorliegens eines Defekts umfassen, auf die ID-Karte. Schließlich beginnt die Bedienperson, ein Transportmittel oder ein Förderband (nicht dargestellt) zu fahren, um das Produkt zum Verpackungsplatz zu befördern.

Des weiteren ist in der Nähe eines Arbeitsplatzes zum Reparieren fehlerhafter Produkte ein Fehler-Eingabe(Daten)-Terminal vorgesehen. Anhand des Fehler-Eingabe-Terminals werden Daten, welche fehlerhafte Inhalte angeben, für das Produkt, in welchem zumindest eine defekte Einheit gefunden wird, eingegeben, Daten über Teile, welche als defekt beurteilt werden, eingegeben, und die Daten über fehlerhafte Inhalte oder Daten über defekte Teile gelöscht, wenn defekte Einheiten oder Teile ausgetauscht werden. Auf diese Weise wird eine Qualitätskontrolle durchgeführt.

Ein Fertigungsstraßenkontrolleinheitenterminal 6 wird verwendet, wenn die Daten, welche Produktionsmanagement und Qualitätskontrolle betreffen, einschließlich Stammdateipflege, Arbeitsauftragssteuerung, Fortschrittssteuerung, Terminierung und Produktgeschichtssteuerung, direkt eingegeben oder ausgegeben werden. Die Kontrolleinheit 5 wird als Fertigungsetagenregler bezeichnet, da er sich auf derselben Etage wie die Fertigungsstraße befindet. Des

weiteren gibt die Fertigungsstraßenkontrolleinheit 5 Arbeitsauftragsblätter aus, um den Takt über jedes Fertigungsstraßenterminal zu minimieren.

Fig. 4 zeigt ein Format einer ID-Karte. Eine ID-Karte, welche bei der Ausführungsform verwendet wird, weist eine Speicherkapazität von 2 KBytes auf, wie in Fig. 4 zu ersehen ist. Ein 32-Byte Speicherbereich (diesfalls besteht ein Byte aus vier Bits) wird jeder der 22 Adressen zugewiesen. In diesem Speicherabbild sind Daten, die unter Adresse 1 gespeichert sind, fixe Daten, ein Produktcode, eine Steuerungsnummer, Daten, welche das Vorliegen oder Nichtvorliegen eines Defekts angeben, ein Line-Out-Merker, ein Line-In-Merker, die Auswahl von VH oder VL, Line-Out-Prozeß, Palettenrückgabe, ein Wiedereintritt-Merker, ein Nr. 1-Keep-Merker, ein Nr. 2-Keep-Merker und automatische Spannungsänderung von VN, VL und VH. Daten, die unter Adresse 2 gespeichert sind, sind eine Hochtemperatur-VH-Alterungszeit, eine Hochtemperatur-VL-Alterungszeit, eine Normaltemperaturalterungszeit, Schrittwechsel und Zusatzdaten, welche die Fertigungsstraßenregelung betreffen. An Adressen 3 bis 8 gespeicherte Daten sind die Prozeßnummern, Beginnzeiten, die Bestimmungsergebnisse, Endzeiten und Zusatzdaten für halb zusammengebaute Produkte 1 (Montageplatz M1) bis halb zusammengebaute Produkte 6 (Montageplatz M6). Daten, die an den Adressen 9 bis 10 gespeichert sind, sind Prozeßnummern, Beginnzeiten, die Bestimmungsergebnisse, Endzeiten und Zusatzdaten für halb zusammengebaute Produkte vom Beginn des Testprozesses (an einem Testplatz T1) bis zum Ende des Testprozesses (an einem Testplatz T14).

Der Inhalt des Speichers wird ergänzend beschrieben. Fixe Daten stellen eine führende Adresse eines Speicherbereiches dar und werden auf 0 gesetzt. Der Produktcode und die Steuerungsnummer geben einen Produkttyp bzw. eine Teilnummer an. Das Vorliegen oder Nichtvorliegen eines Defekts gibt an, ob ein Teil fehlt oder in den Ergebnissen eines Tests eine Anomalie gefunden wird. Der Line-Out-Merker sieht Identifizierungsdaten vor, welche angeben, daß ein Produkt weder zusammengebaut noch getestet werden sollte, bis ein Produkt, in welchem ein Defekt erkannt wird, den ersten Einziehplatz erreicht. Der Line-In-Merker gibt den Wiedereintritt an; das heißt, er sieht Daten vor, welche angeben, ob ein Produkt eingezogen wird oder nicht oder in welchem Prozeß ein Einziehbefehl ausgegeben wird. Beispielsweise stellt 00 "kein eingezogenes Produkt" dar. 01 stellt "Einziehauftrag" ausgegeben in Prozeß 1 dar. Auswahl von VH oder VL gibt an, ob VH oder VL auf eine automatische Leistungswechseleinheit, welche an einem Testplatz T4 installiert ist, eingestellt ist. Line-Out-Prozeß gibt einen Prozeß an, in welchem ein Produkt eingezogen wird. Palettenrückführung sind Daten, welche angeben, ob eine Palette durch Hindurchführen oder Vorbeiführen an der Hochtemperaturalterungsvorrichtung zu einem führenden Prozeß zurückgeführt werden sollte. Der Wiedereintritts-Merker gibt an, ob das Produkt ein wiedereingeführter Artikel ist oder nicht. Der Nr.1-Keep-Merker gibt an, ob ein Testprogramm zu laden ist oder nicht. Der Nr.2-Keep-Merker gibt an, ob ein Betriebssystem auf eine Festplatte zu laden ist oder nicht. Automatischer Spannungswechsel von VN, VL und VN gibt an, ob ein Produkt eine automatische Spannungswechselfunktion aufweist.

Die Hochtemperatur-VH-Alterungszeit, die Hochtemperatur-VL-Alterungszeit und die Normaltemperaturalterungszeit, welche an Adresse 2 liegen, werden beispielsweise als Daten 1230 vorgesehen, was bedeutet, daß der Alterungsvorgang zwölfteinhalb Stunden andauert. Schrittwechsel gibt die Wahl eines Schritts, zweier Schritte oder dreier Schritte an. Die Prozeßnummern, welche an den Adressen 3 bis 22 liegen, betreffen die Montageplätze M1 bis M6 oder die Testplätze T1 bis T14. Die Beginnzeit oder Endzeit wird in Form eines Datums, von Stunden, Minuten und Sekunden geschrieben. Die Ergebnisse der Bestimmung geben das Vorliegen oder Nichtvorliegen eines Defekts an.

Wie oben beschrieben wurde, speichert eine ID-Karte Daten jedes Produktes. Während ein halb zusammengebautes Produkt über eine Fertigungsstraße transportiert wird, wird die ID-Karte an Zusammenbau- und Testplätzen gelesen und beschrieben. Auf der Grundlage dieser Daten werden aktualisierte und exakte Arbeitsaufträge ausgegeben. Die Kommunikation mit einem Qualitätsdatensystem und einem Produktionsmanagementsystem ermöglicht die gemeinsame Verwendung von Daten und unterstützt die Qualitätskontroll- und Produktionsmanagementsysteme.

Fig. 5 ist ein Flußdiagramm für einen Überwachungsprozeß eines vielseitigen Produktionssystems der vorliegenden Erfindung. Noch ehe Fig. 5 erläutert wird, werden die Parameter, welche zum Überwachen des vielseitigen Produktionssystems der vorliegenden Erfindung verwendet werden, erläutert. Die Parameter werden in drei Hauptfaktoren eingeteilt wie (A) Zeitsteuerungen, (B) Qualitätsbedingungen und (C) Zustand von Bedienpersonen.

Betreffend (A), die Parameter auf Zeitsteuerungsbasis, liegen drei Hauptparameter vor: Taktzeit, Fertigungsstraßengleichgewicht und Mannstunden für jeden Prozeß, der von Fertigungsstraßenterminals eingegeben wird. Alle diese Parameter werden ausgehend von Eingabedaten durch die ID-Karten derart berechnet, daß die Taktzeit aus jener Zeit berechnet wird, zu der das jeweilige halb zusammengebaute Produkt den jeweiligen Arbeitsplatz passiert, das Fertigungsstraßengleichgewicht aus den Zeitdifferenzen zwischen der maximalen Taktzeit und der minimalen Taktzeit in jedem Prozeß berechnet wird und die Anzahl der Mannstunden für jeden Prozeß durch Subtrahieren der Arbeitsbeginnzeit von der Arbeitsendzeit berechnet wird. Mit Hinblick auf (A) gibt es einen weiteren Parameter, nämlich die beschäftigungslose Zeit der Bedienerperson, welche aus Sensoreingabesignalen berechnet wird, die an jedem Arbeitsplatz angeordnet sind, um die Anwesenheit der Bedienerperson zu erfassen.

Betreffend (B), die auf dem Qualitätszustand basierenden Parameter, liegen mehrere Parameter vor, welche die Häufigkeit des Auftretens fehlerhafter Produkte aufbauend auf Typen, Prozessen, Inhalten, Teilen und kritischen Fehlern betreffen und welche aus Eingabedaten berechnet werden, welche hauptsächlich durch das Fehlerdatenterminal erhalten werden, jedes Mal, wenn fehlerhafte Produkte erkannt werden.

Betreffend (C), die auf dem Zustand der Bedienerperson basierenden Parameter, liegen drei Hauptparameter vor: Stillstandsstunden am selben Standort, verbleibende Stunden außerhalb des normalen Arbeitsplatzes und die Häufigkeit des sich Wegbegebens vom Arbeitsplatz, wobei alle diese den Status der Bedienerperson melden. Diese

Parameter werden aus Sensoreingabesignalen berechnet, welche an jedem Arbeitsplatz vorgesehen und mit programmierbaren Steuerungen elektrisch verbunden sind, und werden daraufhin mit der Fertigungsstraßenkontrolleinheit über jedes der Fertigungsstraßenterminals übertragen.

Die Schwellwerttabelle wird in der Folge erläutert. Bei den Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden ein Warnpegel und ein Gefahrenpegel als Schwellwerte vorgesehen und erforderlichenfalls können zusätzliche Schwellpegel vorgesehen werden.

Die Berechnungen jedes Parameters werden unten erläutert. Jeder Parameter ist definiert wie folgt:

(A) Zeitsteuerungen

T_{start} :	Arbeitsbeginnzeit eines Prozesses
T_{so} :	Ankunftszeit eines halb zusammengebauten Produktes (für n-tes Produkt)
T_{s1} :	Ankunftszeit eines halb zusammengebauten Produktes (für (n+1)-tes Produkt)
T_{end} :	Arbeitsendzeit eines Prozesses
T_{out} :	Produktaustragzeit von einem Prozeß
T_{tact} :	Taktzeit eines Prozesses ($T_{\text{tact}} = T_{\text{s1}} - T_{\text{so}}$)
T_{stop} :	Arbeitsstoppzeit ($T_{\text{stop}} = T_{\text{out}} - T_{\text{end}}$)
T_{kosu} :	Arbeitsmannstunden ($T_{\text{kosu}} = T_{\text{start}} - T_{\text{end}}$)
T_{bar} :	Fertigungsstraßengleichgewicht [$T_{\text{bar}} = \text{MAX}(T_{\text{tact}}) - \text{MIN}(T_{\text{tact}})$],

wobei T_{start} , T_{so} , T_{s1} , T_{end} und T_{out} direkte Eingabedaten sind, welche über die ID-Karten empfangen werden, und

T_{tact} , T_{stop} , T_{kosu} und T_{bar} aus den Eingabedaten, welche über die ID-Karten empfangen werden, berechnet werden.

(B) Qualitätsbedingungen

$N_{\text{in-l}}$:	Anzahl halb zusammengebauter Produkte, welche in die Fertigungsstraße zugeführt werden (am ersten Arbeitsplatz gezählt)
$N_{\text{in-k}}$:	Anzahl halb zusammengebauter Produkte, welche durch jeden Arbeitsplatz hindurchgeführt werden
$N_{\text{err-d}}$:	Anzahl fehlerhafter Produkte bei gleichem Produkttyp
$N_{\text{err-k}}$:	Anzahl fehlerhafter Produkte bei gleichem Prozeß
$N_{\text{err-n}}$:	Anzahl fehlerhafter Produkte bei gleichem Inhalt
$N_{\text{err-b}}$:	Anzahl fehlerhafter Produkte bei gleichen Teilen
Q_{kishu} :	Auftrittshäufigkeit von fehlerhaftem Produkt desselben Typs $(Q_{\text{kishu}} = (N_{\text{err-d}}/N_{\text{in-l}}) \times 100)$
Q_{kotei} :	Auftrittshäufigkeit von fehlerhaftem Produkt im selben Prozeß $(Q_{\text{kotei}} = (N_{\text{err-k}}/N_{\text{in-k}}) \times 100)$
Q_{naiyo} :	Auftrittshäufigkeit von fehlerhaftem Produkt desselben Inhalts $(Q_{\text{naiyo}} = (N_{\text{err-n}}/N_{\text{in-l}}) \times 100)$
Q_{buhin} :	Auftrittshäufigkeit von fehlerhaftem Produkt in denselben Teilen $(Q_{\text{buhin}} = (N_{\text{err-b}}/N_{\text{in-l}}) \times 100)$,

wobei $N_{\text{in-l}}$, $N_{\text{in-k}}$, $N_{\text{err-d}}$, $N_{\text{err-n}}$ und $N_{\text{err-b}}$ direkte Eingabedaten sind, welche über das Fehlerdatenterminal,

die Fertigungsstraßenterminals oder die ID-Karten empfangen werden, und Q_{kishu} , Q_{kotei} , Q_{naiyo} und Q_{buhin} aus den oben genannten direkten Eingabedaten berechnet werden.

(C) Zustand der Bedienpersonen

T_{m-stp} :	Anhaltezeit am selben Punkt
T_{m-out} :	Zeit des Aufenthalts außerhalb des normalen Arbeitsplatzes (Zeit)
C_{m-out} :	Anzahl, wie oft sich eine Bedienperson vom normalen Arbeitsplatz wegbegibt (Anzahl),

wobei T_{m-stp} , T_{m-out} und C_{m-out} aus Sensoreingabesignalen zum Erfassen jeder Bedienperson an jedem Arbeitsplatz berechnet werden.

Die Verfahren zum Lesen von Eingabedaten für die Parameter werden unten erläutert.

(A) Als Zeitdateninformationen jedes Prozesses wird jede Arbeitsbeginnzeit eines Prozesses von der ID-Karte eingegeben, und die Arbeitsendzeit wird von der jeweiligen Bedienperson über die Tastatur eingegeben. Die Beginnzeit und die Endzeit jedes Prozesses kann automatisch von der jeweiligen ID-Karte, welche an jedem Produkt angebracht ist, aufgezeichnet werden, wenn dieses durch den Arbeitsplatz hindurchfährt. Die Arbeitsendzeit kann von der Tastatur aus durch eine Bedienperson eingegeben werden, wenn die Bedienperson den Prozeß fertigstellt oder als letztes Signal, welches von einem Roboter oder einer Automationseinheit erzeugt wird, wenn

der Prozeß vom Roboter oder der Automationseinheit fertiggestellt wurde.

(B) Als Produktfehlerdaten werden Daten wie Typen, Zeit des Auftretens, Prozesse, Inhalte, Teile und auf andere Weise Produktfehlerauftrittshäufigkeit betreffende Daten durch das Fehlerdatenterminal, die Fertigungsstraßenterminals oder die ID-Karte aufgezeichnet.

Wenn ein fehlerhaftes Produkt erkannt wird, wird der Inhalt des Fehlers zur Fertigungsstraßenkontrolleinheit übertragen. Der Inhalt umfaßt die Testresultatdaten, welche auf die ID-Karte oder eine Festplatte in jedem Produkt geschrieben wurden.

(C) Als Bedienpersonenaufenthaltssortdaten werden Daten wie die von der Bedienperson am Arbeitsplatz verbrachte Gesamtzeit, an welchem die Bedienperson die Hauptarbeitsstunden des Tages verbrachte, die von der Bedienperson außerhalb des gewöhnlichen Arbeitsplatzes verbrachte Gesamtzeit und die Häufigkeit, mit der sich die Bedienperson vom normalen Arbeitsplatz wegbegab, aus Sensorsignalen berechnet, welche die Bedienpersonen, welche an jedem Arbeitsplatz arbeiten, erfassen. Die Sensoren sind mit der jeweiligen programmierbaren Steuerung verbunden, welche am jeweiligen Arbeitsplatz angeordnet ist. Die Daten werden in einem Speicherbereich in der Fertigungsstraßenkontrolleinheit gespeichert. Die Sensoren können Berührungssensoren sein, welche an einer Matte angebracht sind, welche am Arbeitsplatz angeordnet ist, wodurch der Aufenthaltsort der Bedienperson überwacht wird.

Fig. 5 wird unten erläutert. In Fig. 5 bezeichnet die Zahl welcher dem Buchstaben „S“ nachfolgt, die Schrittnummer.

(SCHRITT S1): Alle Merker im Speicherbereich der Fertigungsstraßenkontrolleinheit auf Null initialisieren (Normalzustand).

(SCHRITT S2): Alle oben beschriebenen Parameterdaten lesen.

(SCHRITT S3): Alle oben beschriebenen Parameter berechnen.

(SCHRITT S4): Erforderliche Daten in einer sich auf einen kritischen Fehler beziehenden Datei aufzeichnen, welche mittels einer Tastatur eingegeben werden sollten, welche zum Fehlerdatenterminal gehört, wodurch das auftretende Fehlerereignis mit den aufgezeichneten Daten verifiziert wird. Wird das Ereignis als kritischer Fehler erkannt, zu SCHRITT S11 weitergehen, andernfalls zu SCHRITT S5 weitergehen.

(SCHRITT S5): Alle Parameterdaten mit dem jeweiligen Schwellwert des entsprechenden Warnpegels vergleichen; Ist der Wert der Parameterdaten kleiner gleich dem Schwellwert, zu SCHRITT S2 zurückgehen, andernfalls zu SCHRITT S6 weitergehen.

(SCHRITT S6): Überprüfen, ob irgendeiner der Merker Null ist (gibt Normalzustand an) oder nicht, wenn ja, zu SCHRITT S13 weitergehen, andernfalls zu SCHRITT S7 weitergehen.

(SCHRITT S7): Alle Parameterdaten mit dem jeweiligen Schwellwert des entsprechenden Gefahrenpegels vergleichen; Ist der Wert der Parameterdaten kleiner

gleich dem Schwellwert, zu SCHRITT S2 zurückgehen, andernfalls zu SCHRITT S8 weitergehen.

(SCHRITT S8): Merker für Gefahr auf 1 setzen.

(SCHRITT S9): Daten in einen Speicherbereich der Fertigungsstraße eingeben, welcher auf einer modifizierten Tabelle basiert, welche durch Berechnen des als am geeignetsten betrachteten Fertigungsstraßengleichgewichts erhalten wird.

(SCHRITT S10): Arbeitsänderungsauftragsdaten ausgeben, welche eine Änderung der Arbeit in Auftrag geben, welche aus der modifizierten Tabelle ermittelt wurde, über jedes Fertigungsstraßenterminal.

(SCHRITT S11): Fertigungsstraße anhalten, d.h. neuerliche Zufuhr zur Straße stoppen und alle Austragsförderer mit Ausnahme der Alterungsvorrichtung anhalten.

(SCHRITT S12): Arbeitsauftrag für die nächste Produktion ausgeben. Beispielsweise

- (a) Einziehen, d.h., Zurückführen retournierter Güter zu einem Reparaturprozeß, wobei die retournierten Güter halb zusammengebaute Produkte sind, welche aufgrund von Fehlern nicht zum folgenden Fertigungsprozeß mitten in der Fertigungsstraße weitergeführt werden können;
- (b) Tastatureingabe und Festhalten der Fertigstellung des Prozesses;
- (c) Befehlen des Neustartvorgangs.

(SCHRITT S13): Ändern der Daten in der Bedienpersonentabelle, welche die Identifikationsnummer, den Namen und die Bewertung von Bedienpersonen angibt. Bei der Änderung wird jede Arbeitszeit für jeden Prozeß M1, M2 und M3 auf der Grundlage der ID-Kartendaten oder den Tastaturbetätigungen durch jede Bedienperson, welche zu jeder Arbeitsendzeit eingegeben werden, berechnet, und die Bewertung für jede Bedienperson wird wie folgt bestimmt.

Geplante Arbeitsmannstunde
= Standardarbeitszeit x 100/in der Bedienpersonentabelle gespeicherte Bewertungsdaten

Effektive Arbeitsmannstunde
= Standardarbeitszeit x 100/aktuelle Bedienpersonenbewertungsdaten,

wobei die aktuellen Bedienpersonenbewertungsdaten aus jeder Prozeßarbeitszeit berechnet werden, welche aus den Eingabedaten, welche per ID-Karte oder jede Fertigungsstraßenterminaltastatur eingegeben werden, erhalten wird. Die aktuelle Bewertung wird durch Lösen der beiden oben angeführten Formeln berechnet.

Aktuelle Bedienpersonenbewertungsdaten
= (geplante Arbeitsmannstunden/effektive Arbeitsmannstunden) x in der Bedienpersonentabelle gespeicherte Bewertungsdaten

Des weiteren wird im SCHRITT S13 mit der Vorbereitung für die Arbeitszuweisung mit der Modifizierungstabelle fortgefahren.

Das heißt, der Prozeß zum Erzeugen einer Terminierungsdatei umfaßt Daten, welche die Fertigstellung der Arbeitsvorbereitung, das Arbeitsbeginndatum, den Code eines Produkttyps, die Betriebsmittelbezeichnung, die Anzahl von Produkten, die Arbeitsabfolge und die Arbeitsbeginnzeit jedes Prozesses, und eine einzelne Prozeßarbeitsdatei umfaßt den Produktnamen für die Fertigung, die Produktionsnummer, die Arbeitsbeginnzeit und die Arbeitsinhalte.

(SCHRITT S14): Setzen des Warnmerkers auf 1.

Fig. 6 ist ein Tabellenbeispiel, welches einen Berechnungsprozeß eines Fertigungsstraßengleichgewichts, das als am geeignetsten betrachtet wird, vor der Modifikation darstellt, und

Fig. 7 ist eine Tabelle desselben nach der Modifikation.

Bei Fig. 6 und Fig. 7 geben X_1 bis X_{21} die Mannstunden jeder Bedienperson an, A_1 bis A_3 geben die Summe von Mannstunden jedes Prozesses an, R_1 bis R_3 geben die Bewertung jeder Bedienperson an, m gibt die Anzahl von Prozessen und n die Anzahl einzelner Arbeitsgänge an. In diesen Zeichnungen betragen $m=3$ und $n=21$.

Bei dem in Fig. 7 dargestellten Beispiel wird das Berechnungsverfahren dargestellt, um das geeignetste Fertigungsstraßengleichgewicht zu realisieren, wenn sich die Bedienpersonenbewertung für Prozeß M2 von 80 auf 70 ändert.

In der Folge wird die Vorgangsweise erläutert. Vor der Erläuterung werden verschiedene Arten von Dateien, welche auf einer Platte in der Fertigungsstraßenkontrolleinheit gespeichert sind, erläutert. Diese Dateien umfassen vorab angelegte Arbeitsinhalte, Bedienpersonen, Zeitänderung und Zuführsequenz von Standardteilen und können vom Leitreglerterminal gewartet werden, Dateien für die Lagerbestandskontrolle und Wartungstools, welche in der Fertigungsstraßenkontrolleinheit auf eine Platte geladen werden, eine Datei für einen Arbeitsauftrag, beispielsweise eine Fertigungsanzahl, welche vom Produktionsleitsystem eingegeben wird, eine Terminierungsdatei, um die Produktivität der Fertigungsstraße zu verbessern, welche vom Produktionssystem generiert wird, und die individuelle Prozeßdatei.

Fig. 8A und Fig. 8B zeigen ein Tabellenbeispiel für eine Arbeitsinhaltsdatei, welche in einem Speicherbereich einer Fertigungsstraßenkontrolleinheit gespeichert ist. Typencode 10451 und 74329 entsprechen Produktnamen α bzw. β . Bei jedem Produkt werden verschiedene Arten von Arbeit zugewiesen, beispielsweise sind die Arbeitsnamen X_1 bis X_{21} dem Produktnamen α zugewiesen, während die Arbeitsnamen X_{22} und danach dem Produktnamen β zugewiesen sind. Was jeden Arbeitsnamen betrifft, sind Daten wie Arbeitsinhalte, Zusammenbauteile, Vorbereitungs- und Reinigungsstunden, Arbeitsmannstunden, Arbeitsabfolge und Warnmeldungen (nicht in der Tabelle dargestellt) auf einer Platte in der Fertigungsstraßenkontrolleinheit gespeichert. Und was die Zusammenbauteile betrifft, sind Daten wie Teilname, angelieferte Teile und Menge der Teile gespeichert. Was die Vorbereitungs- und

Reinigungsstunden betrifft, sind Daten betreffend die Stunden für die Vorbereitung bzw. die Reinigung gespeichert.

In der Spalte Arbeitsabfolge sind numerische Daten 1 bis 18 für den Produktnamen α gespeichert. Die numerischen Daten sind gemäß der Effizienz, mit welcher der Produktname α durch Abarbeiten einzelner Arbeitsnamen X_1 bis X_{21} in richtiger Reihenfolge zusammengebaut werden kann, geordnet. Falls mehr als zwei ähnliche Zahlenwerte für jeden Arbeitsnamen vorliegen, können die Arbeitsinhalte jenes Arbeitsnamens gestartet werden, dessen Arbeitsinhalt zuerst kommt. Ferner kann die Zeit von Vorbereitungs- und Reinigungsstunden und die Arbeitsmannstunden in Minuten oder Sekunden gemessen werden.

In Form einer Warnspalte, beispielsweise für den Arbeitsnamen X_5 „Metallarmatur sollte auf der weit links liegenden Seite angebracht werden“, und wie beim Arbeitsnamen X_{15} „Kein Spalt bei oberer Abdeckung“, werden wichtige Meldungsdaten für die Zusammenbauarbeiten erläutert. Die oben erläuterte Arbeitsinhaltsdatei wird von dieser Datenbank oder auf andere Weise konstruiert.

Fig. 9A, Fig. 9B und Fig. 9C sind Tabellenbeispiele für eine Bedienpersonendatei, eine Hocheffizienzarbeitszeitzonendatei und eine Normalproduktionsablaufsdtei, welche jeweils in einem Speicherbereich einer Fertigungsstraßenkontrolleinheit gespeichert sind.

Fig. 9A zeigt eine Bedienpersonendatei. In dieser Datei sind Identifikationsnummerdaten, Namensdaten und Bewertungsdaten jeder Bedienperson gespeichert.

Fig. 9B zeigt eine Zeitzone, während welcher eine Bedienperson effizient arbeiten kann.

Fig. 9C zeigt den Typencode in der linken Spalte und die Produktionsabfolgenummer in der rechten Spalte. Wenn dieselbe Produktionsabfolgenummer in einem anderen Typencode existiert, kann jedes beliebige Typencodeprodukt zuerst produziert werden.

Fig. 10A ist ein Tabellenbeispiel für eine Wartungswerkzeugsdatei, welche in einem Speicherbereich einer Fertigungsstraßenkontrolleinheit gespeichert ist. Diese Tabelle zeigt im besonderen Daten für aktuelle Wartungswerkzeugslagerbestände für einen Testprozeß. Die Werte nehmen ab, wenn die Werkzeuge zur Fertigungsstraße gebracht werden, und nehmen zu, wenn die Werkzeuge von der Straße zurückgeführt werden.

Fig. 10B ist ein Tabellenbeispiel einer Teillistendatei, welche in einem Speicherbereich einer Fertigungsstraßenkontrolleinheit gespeichert ist. Diese Tabelle zeigt eine Teilliste, welche Wartungswerkzeuge für einen Produktnamen α umfaßt. Aus dieser Datei können der Name und Anzahl von Wartungswerkzeugen, welche für jedes Produkt verwendet werden, ermittelt werden.

Fig. 10C ist ein Tabellenbeispiel einer Produktionsbefehlsdatei, welche in einem Speicherbereich einer Fertigungsstraßenkontrolleinheit gespeichert ist. Wie dargestellt wird, sind Produktionsbefehlsdaten wie

das Arbeitsbeginndatum, der Typ und der Code, der Name von Produkten; die Fertigungsmengen und das anberaumte Fertigstellungsdatum in dieser Datei gespeichert.

Fig. 11A ist ein Tabellenbeispiel einer Prozeßbasisdatei, welche in einem Speicherbereich einer Fertigungsstraßenkontrolleinheit gespeichert ist. Für jeden Prozeß wie M1, M2 und M3 sind Daten, welche den Produktnamen, die Fertigungsmengen, Datum und Uhrzeit des Arbeitsbeginns, den Taktabstand (gemessen in Sekunden und Minuten) und die Arbeitsinhalte betreffen, in der Datei gespeichert. Als Arbeitsinhaltsdaten sind Arbeitsnamendaten X_1 bis X_{21} gespeichert.

Fig. 11B ist ein Tabellenbeispiel einer Terminierungsdatei, welche in einem Speicherbereich einer Fertigungsstraßenkontrolleinheit gespeichert ist. In dieser Datei sind Daten des Arbeitsbeginndatums, des Typs und Codes, der Fertigungsnummer, der Fertigungsabfolgenummer und der Arbeitsbeginnzeit für den ersten Prozeß M1 gespeichert. Wie oben angeführt wurde, wird jede Datei wie der Arbeitsinhalt, die Bedienperson, die Zeitzone und die Fertigungsabfolgenummer vorab hergestellt, woraufhin die Teillistendatei und die Wartungswerkzeugdatei geladen werden, und nachdem die Produktionsbefehlsdaten vom Produktionsleitsystem eingegeben wurden, können jeder nachfolgende Schritt und eine Prozeßbasisarbeitsdatei und eine Terminierungsdatei erhalten werden.

Fig. 12 ist ein erster Teil eines Prozeßflußdiagramms zum Erzeugen eines Arbeitsauftragsblattes, welches ein Fertigungsstraßengleichgewicht herstellt, das am geeignetsten ist. In den Zeichnungen gibt die Zahl,

welche nach dem Buchstaben „S“ folgt, die Schrittnummer an. Jede Datei, beispielsweise der Arbeitsinhalt, die Bedienpersonen, die Zeitzone und die Standardteilezuführabfolge, und jede Teillistendatei und Wartungswerkzeugdatei werden vorab geladen. Und das Produktionsbefehlssignal zum Fertigen der Anzahl von Produkten wird vom Produktionsleitsystem empfangen. Die Inhalte dieser Dateien werden in der Folge beschrieben.

(SCHRITT S1): Feststellen, ob alle zusammenzubauenden Teile angeliefert wurden oder nicht. Wenn ja, zu SCHRITT S3 weitergehen, wenn nein, zu SCHRITT S2 weitergehen. Dies wird durch Vergleichen aller Teilemengendaten zum Zusammenbauen eines Produktes, welche in eine Teillistendatei für das Produkt geschrieben wurde, welches im nächsten Prozeß gefertigt wird, mit den Lagerbestandsdaten für den jeweiligen Teil, welche auf der Platte der Fertigungsstraßenkontrolleinheit als Teileüberwachung gespeichert sind, festgestellt. Das heißt, der Lagerbestand wird überprüft, um festzustellen, ob die zum Herstellen eines Produktes im nächsten Prozeß erforderliche Menge zur Verfügung steht. Lagerbestandsmengen werden immer überprüft, wenn Teile zum Lager geliefert oder aus diesem entnommen werden.

(SCHRITT S2): Feststellen, ob mit dem Prozeß fortgefahren werden soll oder nicht, wenn unzureichende Lagerbestände zur Verfügung stehen. Wenn erkannt wird, daß fortgefahren werden soll, zu SCHRITT S3 weitergehen, andernfalls zu SCHRITT S1 zurückkehren. Mit dem Prozeß kann fortgefahren werden, wenn die Bedienperson feststellt, daß die fehlenden Teile später geliefert werden können.

(SCHRITT S3): Produktionsbefehl vom Produktionsleitsystem lesen.

(SCHRITT S4): Feststellen, ob die Produktionsbefehlsdatei fertiggestellt wurde oder nicht. Wenn ja, zu SCHRITT S7 weitergehen, andernfalls zu SCHRITT S5 weitergehen.

(SCHRITT S5): Lesen des Typencodes und Suchen der Standardteilezuführabfolge.

(SCHRITT S6): Herstellen einer Terminierungsdatei, in welcher das Arbeitsbeginndatum, der Typencode, der Name eines Produkts, die Menge des zu fertigenden Produkts, die Arbeitsabfolge und die Arbeitsbeginnzeit eines bestimmten Arbeitsprozesses vorgesehen werden.

(SCHRITT S7): Sortieren der Terminierungsdatei gemäß der Reihenfolge der Zuführabfolgennummer. Die oben beschriebenen SCHRITTE S3 bis S6 sind Stadien zum Bestimmen der Zuführabfolgennummer für den Produktionssystembefehl.

Fig. 13 ist ein zweiter Teil des Flußdiagramms, welches sich von Fig. 12 fortsetzt.

(SCHRITT S11): Angenommen die gesamte Anzahl der Arbeitsgänge beträgt n , die gesamten Arbeitsmannstunden betragen X Minuten, die Mannstunden des jeweiligen Arbeitsgangs betragen X_n Minuten und die Anzahl der Prozesse beträgt m . Als Verfahren Nr. 1 nehmen wir an, daß

(gesamte Arbeitsmannstunden/Prozeßanzahl = X/m) = A_{i1} = A_{i2} = ... A_{im} Minuten gilt, während wir als Verfahren Nr. 2 annehmen, daß

$A_{i1} = (\text{gesamte Arbeitsmannstunden}) \times R_1 / (R_1 + R_2 + \dots + R_m)$
 $A_{i2} = (\text{gesamte Arbeitsmannstunden}) \times R_2 / (R_1 + R_2 + \dots + R_m)$

 $A_{im} = (\text{gesamte Arbeitsmannstunden}) \times R_m / (R_1 + R_2 + \dots + R_m)$
gilt.

Bezeichnen wir nun die Arbeitsmannstunden für jeden Prozeß als A_m Minuten, die imaginären Prozeßmannstunden als A_F Minuten, die Bewertung als R und veränderbare Werte als L und J . Dabei sind die ursprünglichen Einstellungen von X , A_{im} , A_m , A_F und L gleich 0, die ursprüngliche Einstellung von J gleich 1 ist.

(SCHRITT S12): J mit m vergleichen. Wenn J größer als m ist, zu SCHRITT S16 weitergehen. Wenn J gleich m oder J kleiner als m ist, zu SCHRITT S13 weitergehen.

(SCHRITT S13): A_J mit A_{im} vergleichen. Wenn A_J größer als A_{im} ist, zu SCHRITT S15 weitergehen. Wenn A_J gleich A_{im} oder A_J kleiner als A_{im} ist, zu SCHRITT S14 weitergehen.

(SCHRITT S14): Zu L 1 addieren und Aktualisieren der Daten. A_J plus X_L addieren und A_J -Daten aktualisieren.

(SCHRITT S15): $J + 1$ addieren und die J -Daten im Speicher aktualisieren.

(SCHRITT S16): Variable Daten L mit der Arbeitsganggesamtanzahl n vergleichen. Wenn L größer als n ist, zu SCHRITT S21 weitergehen, wenn L gleich n oder L kleiner als n ist, zu SCHRITT S17 weitergehen.

(SCHRITT S17): Zu L 1 addieren und die Daten L aktualisieren. A_F zu X_L addieren und A_F -Daten im Speicher aktualisieren.

Fig. 14 ist der letzte Teil des Flußdiagramms, welches von Fig. 13 fortgesetzt wird. Aufteilen von A_F , einem Element von imaginären Prozeßmannstunden, in X_1 , X_{1+1} , ---, X_n . Zum Minimieren des Fertigungsstraßentakts, wird der Fertigungsstraßengleichgewichtsverlust, das heißt, die redundante Zeit von der Zeitdifferenz zwischen der Arbeitszeit jedes Prozesses, im folgenden Verfahren minimiert.

Berechnen der Elementanzahl n' von imaginären Prozeßmannstunden A_F aus $n - 1 + 1$. Und Berechnen der gesamten Arbeitsmannstunden Y nach Multiplizieren der Bewertung anhand der folgenden Formel (1).

$$Y = A_1 \times 100/R_1 + A_2 \times 100/R_2 + \dots + A_m \times 100/R_m \times X_1 + X_{1+1} + \dots + X_n \quad \text{--- (1)}$$

$$\text{Durchschnittswert } y = Y/m \quad \text{--- (2)}$$

Berechnen der Formel (2) und Berechnen der Differenz zwischen dem Durchschnitt und den Mannstunden jedes Prozesses aus der Formel (3).

$$\Delta A_1 = y - (A_1 \times 100/R_1 + X_1 \times Z_{11} + X_{1+1} \times Z_{12} + \dots + X_n \times Z_{1n'})$$

$$\Delta A_2 = y - (A_2 \times 100/R_2 + X_1 \times Z_{21} + X_{1+1} \times Z_{22} + \dots + X_n \times Z_{2n'})$$

$$\Delta A_m = y - (A_m \times 100/R_m + X_1 \times Z_{m1} + X_{1+1} \times Z_{m2} + \dots + X_n \times Z_{mn'})$$

--- (3)

Daraufhin die folgenden Schritte ausführen:

(SCHRITT S21): Zuvor berechneten Durchschnittswert y als variable Zahl O_p einstellen, um das Gleichgewicht der Fertigungsstraße zu berechnen.

(SCHRITT S22): Matrix Z_{11} bis Z_{mm} auf 0 setzen, wobei Z_{11} bis Z_{mn} variable Daten von 1 oder 0 sind.

(SCHRITT S23): In Schleife 1 von 1 bis m in der variablen Zahl $Z_{LOOP1, 1}$, in Schleife 2 von 1 bis m in der variablen Zahl $Z_{LOOP2, 2}$, ---, und in Schleife n' von 1 bis m in der variablen Zahl $Z_{LOOPn', n'}$, SCHRITT S24, SCHRITT S25 und SCHRITT S26 ausführen und zu SCHRITT S22 zurückkehren.

(SCHRITT S24): Von ΔA_1 bis ΔA_m berechnen.

(SCHRITT S25): Mindestwert des absoluten Wertes von ΔA_1 bis ΔA_m mit dem Maximalwert des absoluten Wertes von ΔA_1 bis ΔA_m addieren und die Summe als Verlustdaten einstellen.

(SCHRITT S26): Verlustwert mit O_p -Wert vergleichen; wenn der Verlustwert kleiner gleich dem O_p -Wert ist, zu SCHRITT S27 weitergehen. Ist der Verlustwert größer als der O_p -Wert, zu SCHRITT S22 zurückkehren.

(SCHRITT S27): Verlustwert als variable Zahl O_p einstellen.

(SCHRITT S28): Variable Zahl Z_{op1} aus $LOOP_1$ von 1 bis m speichern. Variable Zahl Z_{op2} aus $LOOP_2$ von 1 bis m speichern. Variable Zahl $Z_{opn'}$ aus $LOOP_{n'}$ von 1 bis m speichern.

Daraus wird ermittelt, welche von Z_{11} bis $Z_{mn'}$ für den jeweiligen Prozeß auf 1 gesetzt wird, mit anderen Worten, es wird ermittelt, welcher Arbeitsgang in welchem Prozeß abgearbeitet wird, das heißt, alle Matrixdaten 1 oder 0 für Z_{11} bis $Z_{mn'}$ werden ermittelt.

(SCHRITT S29): Erzeugen der Arbeitsdatei auf Prozeßbasis, welche angibt, wann und zu welcher Zeit der Arbeitsprozeß beginnt, welches Produkt gefertigt wird und welche Arbeit ausgeführt werden sollte.

Fig. 15 ist ein Tabellenbeispiel, welches einen ersten Rechenprozeß eines Fertigungsstraßengleichgewichts, das als am geeignetsten erachtet wird, darstellt. Dieses Beispiel zeigt, wie der Fertigungsstraßengleichgewichtsverlust berechnet und minimiert werden kann, wenn die Gesamtzahl an Arbeitsgängen 21 ($n=21$) beträgt, die Anzahl an Prozessen wie M1, M2 und M3 3 ($m=3$) beträgt und die jeweilige Bedienpersonenbewertung $R_1=110$, $R_2=80$ bzw. $R_3=95$ beträgt.

Die jeweiligen Arbeitsmannstunden X_1 , X_2 , ---, X_{21} verhalten sich, wie in Fig. 15 dargestellt wird, die Summe aus X_1 bis X_6 ist A_1 , was gleich 62 ist, wenn X_7 zu A_1 hinzuaddiert wird, wird die Summe 80, was größer als $A_{im} = 213/3 = 71$ (Arbeitsmannstunden insgesamt/Anzahl der Prozesse) ist. Daher werden Prozesse nach X_7 als Arbeitsprozesse der nächsten Bedienperson betrachtet.

Die Summe aus X_7 bis X_9 , das heißt A_2 , ist dann gleich 49, und A_2 plus X_{10} ist gleich 72, was größer als $A_{im} = 71$ ist. Daher werden Prozesse nach X_{10} als Arbeitsprozesse der nächsten Bedienperson betrachtet.

Die Summe aus X_{10} bis X_{14} , das heißt A_3 , ist dann gleich 63, und A_3 plus X_{15} ist gleich 72, was größer als $A_{im} = 71$ ist. Daher werden die Prozesse nach X_{15} bis X_{21} von 3 Bedienpersonen gemeinsam erledigt. Bei jedem Arbeitsprozeß werden die mit der Bewertung multiplizierten Werte 57, 62 bzw. 67, wie aus Fig. 15 hervorgeht. Auf diese Weise kann, um den Verlust an Fertigungsstraßengleichgewicht auf ein Minimum zu beschränken, die Zuweisung von Arbeitsgängen zu jedem Prozeß wie in Fig. 15 dargestellt ermittelt werden. Es wird davon ausgegangen, daß jeder Arbeitsprozeß gleich 75 und der Fertigungsstraßengleichgewichtsverlust gleich 0 wird.

Fig. 16 ist ein Tabellenbeispiel, welches einen zweiten Rechenprozeß für ein Fertigungsstraßengleichgewicht, welches als am geeignetsten erachtet wird, darstellt. Dieses Beispiel zeigt, wie der Fertigungsstraßengleichgewichtsverlust unter der Bedingung, daß die Gesamtanzahl an Arbeitsgängen 21 ($n=21$) beträgt, die Anzahl an Prozessen wie M_1 , M_2 und M_3 3 ($m=3$) beträgt und die jeweilige Bedienpersonenbewertung $R_1=110$, $R_2=80$ bzw. $R_3=95$ beträgt, berechnet und minimiert werden kann. Die jeweiligen Arbeitsmannstunden X_1 , X_2 , --- X_{21} verhalten sich, wie in Fig. 16 dargestellt wird, die Gesamtanzahl der Arbeitsstunden X beträgt 213, wobei es sich um die Summe aus den Mannstunden jedes Prozesses handelt.

Bei diesem zweiten Verfahren werden die gemeinsamen Mannstunden A_{im} jeder Bedienperson anhand der folgenden Gleichung berechnet.

$A_{im} = X \times R_i / (R_1 + R_2 + R_3)$ ($m=1$ bis 3), wobei X die Summe der Mannstunden jedes Prozesses, R_i eine Bewertung jedes Prozesses ist.

$$A_{i1} = 213 \times 110 / (110 + 80 + 95) = 82,2$$

$$A_{i2} = 213 \times 80 / (110 + 80 + 95) = 59,8$$

$$A_{i3} = 213 \times 95 / (110 + 80 + 95) = 71$$

Nun beträgt die Summe A_1 aus X_1 bis X_7 80, und durch Multiplizieren von A_1 mit der Bewertung erhält man den Wert $80 \times 100/110 = 72,7$. Prozesse nach X_8 werden als Arbeitsprozesse der nächsten Bedienperson betrachtet. Die Summe aus X_8 bis X_{10} , welche als A_2 bezeichnet wird, beträgt dann 52, und durch Multiplizieren von A_2 mit der Bewertung erhält man den Wert $54 \times 100/80 = 67,5$. Prozesse nach X_{11} werden als Arbeitsprozesse der nächsten Bedienperson betrachtet.

Die Summe aus X_{11} bis X_{19} , welche als A_3 bezeichnet wird, beträgt 70, und durch Multiplizieren von A_3 mit der Bewertung erhält man den Wert $70 \times 100/95 = 73,7$. Zuletzt werden die verbleibenden Mannstunden von den 3 Bedienpersonen gemeinsam erledigt. Diesfalls wird der jeweilige Arbeitsgang $X_{20} = 3$ bzw. $X_{21} = 6$ von $M1$ und $M2$ geteilt, woraufhin $A_{1'} = 72,7 + 3 = 75,7$, $A_{2'} = 67,5 + 6 = 73,5$ und $A_{3'} = 73,7$ ergibt. Demgemäß steht fest, daß das Teilen von Arbeit, um Unausgewogenheiten des Fertigungsstraßengleichgewichts zu minimieren, sich so wie in Fig. 16 dargestellt verhält.

Fig. 17A und Fig. 17B zeigen jeweils einen halben Teil einer Sammlung von Anzeigebeispielen für Arbeitsauftragsblätter. Diese Anzeigen zeigen Arbeitsauftragsblätter an einem Montageplatz Nr. 1 zu jedem Taktintervall, beispielsweise bei t_0 , t_1 , ---, t_5 . In den Zeichnungen zeigen die Anzeigen an Montageplatz Nr. 2, wenngleich diese nicht dargestellt sind, nach dem Verzögern um ein Taktzeitintervall dieselben Anzeigen wie Nr. 1; die Anzeigen an Montageplatz Nr. 3 zeigen nach dem Verzögern um ein Taktzeitintervall dieselben Anzeigen wie Nr. 2.

Die Zeichnungen geben an, daß Produkte α und Produkte β jeweils getrennt zusammengebaut werden müssen. Die Arbeitsinhalte für das Zusammenbauen der Produkte α und β und Warnhinweise werden ebenfalls angezeigt. Und, falls kein Arbeitsinhalt vorliegt, werden Meldungen für die Arbeitsvorbereitung und Arbeitsendprotokolle auf dem Bildschirm angezeigt.

Fig. 18A ist ein Anzeigebeispiel für den Fall, wenn Einheitsfehlerdaten jedes Produkts eingegeben werden, und Fig. 18B ist ein Anzeigebeispiel dafür, wenn die Produktfehlercodes eingegeben werden.

In Fig. 18A geben Bedienpersonen 00 ein, wenn der Testprozeß ein grundlegender Prozeß ist, 01, wenn der Testprozeß ein Alterungsprozeß ist, 02, wenn der Testprozeß der letzte Prozeß ist. Auf dieselbe Weise werden entsprechende Codes, welche den Temperaturzustand, den Spannungszustand und den Impulszustand betreffen, eingegeben.

Wie aus Fig. 18B hervorgeht, geben Bedienpersonen Fehlercodes für jeden Fehlerfall über das Fehlerdatenterminal durch Betrachten des Bildschirms, welcher mit dem Fehlerdatenterminal verbunden ist, ein.

Fig. 19A ist ein Anzeigebeispiel für eine Einheitenliste für ein Produkt vor dem Austauschen fehlerhafter Einheiten. Fig. 19B ist ein Anzeigebeispiel für eine Einheitenliste für ein Produkt nach dem Austauschen fehlerhafter Einheiten.

Fig. 19A zeigt den Fall, wenn eine 3,5-Zoll-Diskette als fehlerhafte Platte an Produkteinheit Nr. 6 erkannt wird. Diesfalls werden, wenn durch Betätigen der Tastatur am Terminal 06 eingegeben wird, die Daten Nr. 6 von der Platte der Fertigungsstraßenkontrolleinheit gelöscht.

Fig. 19B zeigt das Schirmbild nach dem Auffrischen der Losnummer, die Teilenummer der halb zusammengebauten Produkteinheit nach der Reparatur der halb zusammengebauten Einheit durch Ersetzen der fehlerhaften Einheit Nr. 6 durch die neue Einheit.

Wie zuvor erläutert wurde, werden ein vielseitiges Produktionssystem und Verfahren zum Betreiben desselben vorgesehen, welche imstande sind, den Betriebszustand des Systems zu überwachen und abnormale Zustände sofort zu diagnostizieren und auf diese Weise Arbeitsauftragsblätter für jede Bedienperson zu erzeugen, welche die Diagnoseergebnisse widerspiegeln. Des weiteren sieht die vorliegende Erfindung ein vielseitiges Produktionssystem und Verfahren zum Betreiben desselben vor, welche Arbeitsauftragsblätter vorsehen, um die Produktivität zu steigern und entsprechend dem

Arbeitsänderungsbefehl, welcher vom Produktionsleitsystem erzeugt wird, den Verlust an Taktausgewogenheit für die Fertigungsstraße zu minimieren; das heißt, daß das System die Terminierungsdatei und die Prozeßbasisarbeitsdatei automatisch und rasch erzeugt.

0600 746

TH/cj 53123EP
06. Juli 2001

PATENTANSPRÜCHE

1. Vielseitiges Produktionssystem, umfassend:

zumindest einen Montageplatz (1) zum Zusammenbauen von Teilen, welche nacheinander angeliefert werden, und zum Herstellen verschiedener Arten von Produkten auf einer einzigen Fertigungsstraße;

zumindest einen Testplatz (2) zum Testen und Überprüfen der Leistung oder Qualität von zusammengebauten Produkten;

eine Mehrzahl von Fertigungsstraßenterminals (3), welche an einem oder mehreren Montageplätzen (1) oder Testplätzen (2) installiert sind;

eine Kommunikationsspeichereinheit (4), welche entweder an einem der Produkte oder einer Palette, welche eines der Produkte trägt, befestigt ist und damit mitbewegt wird, wobei die Kommunikationsspeichereinheit (4) Fertigungsdaten mit den Fertigungsstraßenterminals (3) austauscht und Daten speichert, wenn die ihr zugeordnete Palette oder das ihr zugeordnete Produkt zur Fertigungsstraße befördert wird;

eine Fertigungsstraßenkontrolleinheit (5), welcher die gespeicherten Daten aus der

Kommunikationsspeichereinheit (4) über die Fertigungsstraßenterminals (3) ausliest und die gelesenen Daten verwendet, um Arbeitsauftragsblätter für Bedienpersonen, welche an den Montageplätzen (1) und den Testplätzen (2) arbeiten, über die Fertigungsstraßenterminals (3) auszugeben;

ein Fertigungsstraßenkontrolleinheitenterminal (6), welches Daten zur Stammdateipflege direkt zur Fertigungsstraßenkontrolleinheit eingibt und von diesem ausgibt, wobei die Daten zur Stammdateipflege Arbeitsauftragssteuerdaten, Fortschrittssteuerdaten, Terminierungsdaten und historische Maschinendaten umfassen, und

ein Produktfehlerdatenterminal (7), welches Fehlercodedaten, welche das Vorliegen fehlerhafter Produkte anzeigen, die ausgetauscht werden sollten, zur Fertigungsstraßenkontrolleinheit (5) eingibt, wobei das Produktfehlerdatenterminal (7) verwendet wird, um die Fehlercodedaten nach Behebung eines Fehlers durch Austausch der fehlerhaften Produkte zu löschen.

2. Vielseitiges Produktionssystem nach Anspruch 1, wobei die Fertigungsstraßenkontrolleinheit (5) Parameter wie Zeitsteuerung, Qualitätsbedingungen und Status der Bedienpersonen für Betriebsbedingungen der vielseitigen Fertigungsstraße überwacht, die Parameterdaten mit einem Warnpegelschwellwert vergleicht und, wenn die Parameterdaten größer als der Warnschwellwert sind, eine Warnmeldung durch die

Fertigungsstraßenterminals (3) oder das
Fertigungsstraßenkontrolleinheitentterminal (6)
anzeigt.

3. Vielseitiges Produktionssystem nach Anspruch 1,
wobei die Fertigungsstraßenkontrolleinheit (5)
Parameter wie Zeitsteuerung, Qualitätsbedingungen
und Status der Bedienpersonen für
Betriebsbedingungen der Fertigungsstraße überwacht,
die Parameterdaten mit einem
Gefahrenpegelschwellwert vergleicht und, wenn die
Parameterdaten größer als der Gefahrenschwellwert
sind, eine Gefahrenmeldung durch die
Fertigungsstraßenterminals (3) oder das
Fertigungsstraßenkontrolleinheitentterminal (6)
anzeigt, und Arbeitsaufträge zum Umorganisieren der
Fertigungsstraße ausgibt.
4. Vielseitiges Produktionssystem nach Anspruch 1,
wobei die Fertigungsstraßenkontrolleinheit (5)
Parameter wie Zeitsteuerung, Qualitätsbedingungen
und Status der Bedienpersonen für
Betriebsbedingungen der Fertigungsstraße überwacht,
die Parameterdaten mit einem kritischen
Fehlerpegelschwellwert vergleicht und die
Fertigungsstraße anhält, Arbeitsaufträge für
Bedienpersonen anzeigt und ausgibt und dadurch über
die Fertigungsstraßenterminals (3) oder das
Fertigungsstraßenkontrolleinheitentterminal (6)
nächste Arbeitsgänge vorsieht, wenn die
Parameterdaten größer als der kritische Schwellwert
sind.

5. Vielseitiges Produktionssystem nach Anspruch 1, wobei die parameterbezogene Zeitsteuerung nach Kommunikation mit der Fertigungsstraßenkontrolleinheit (5) über die Fertigungsstraßenterminals (3) mit Hinblick auf die gespeicherten Daten in der Kommunikationsspeichereinheit (4) ermittelt wird.
6. Vielseitiges Produktionssystem nach Anspruch 1, wobei die parameterbezogenen Qualitätsbedingungen aus Daten ermittelt werden, welche mit der Fertigungsstraßenkontrolleinheit (5) über die Fertigungsstraßenterminals (3) oder das Produktfehlerdatenterminal (7) übertragen werden.
7. Vielseitiges Produktionssystem nach Anspruch 1, wobei die Parameter, welche Status der Bedienpersonen betreffen, aus Sensorsignalen ermittelt werden, welche an den Arbeitsplätzen für Bedienpersonen installiert und mit einer programmierbaren Steuerung elektrisch verbunden sind, und wobei die Sensorsignale über die Fertigungsstraßenterminals (3) zur Fertigungsstraßenkontrolleinheit (5) übertragen werden.
8. Verfahren zum Betreiben eines vielseitigen Produktionssystems, wobei das vielseitige Produktionssystem zumindest einen Montageplatz (1) zum Zusammenbauen von Teilen, welche nacheinander angeliefert werden, und zum Herstellen verschiedener Arten von Produkten auf einer einzigen Fertigungsstraße; zumindest einen Testplatz (2) zum

Testen und Überprüfen der Leistung oder Qualität von zusammengebauten Produkten und eine Mehrzahl von Fertigungsstraßenterminals (3), welche an einem oder mehreren Montageplätzen (1) oder Testplätzen (2) installiert sind, aufweist;

wobei das Verfahren umfaßt:

Austauschen von Fertigungsdaten zwischen einer Kommunikationsspeichereinheit (4), welche entweder an dem Produkt oder an einer Palette, welche das Produkt trägt, befestigt ist und damit mitbewegt wird, und den Fertigungsstraßenterminals (3) und Speichern von Daten, wenn die zugeordnete Palette oder das zugeordnete Produkt zur Fertigungsstraße befördert wird;

Auslesen der gespeicherten Daten aus der Kommunikationsspeichereinheit (4) über die Fertigungsstraßenterminals (3) durch eine Fertigungsstraßenkontrolleinheit (5) und Verwenden der gelesenen Daten, um Arbeitsauftragsblätter für Bedienpersonen, welche an den Montageplätzen (1) und den Testplätzen (2) arbeiten, über die Fertigungsstraßenterminals (3) auszugeben;

direktes Eingeben und Ausgeben von Daten zur Stammdateipflege zu bzw. von der Fertigungsstraßenkontrolleinheit (5) durch ein Fertigungsstraßenkontrolleinheitentterminal (6), wobei die Daten zur Stammdateipflege Arbeitsauftragssteuerdaten, Fortschrittssteuerdaten,

Terminierungsdaten und historische Maschinendaten umfassen;

Eingeben von Fehlercodedaten zur Fertigungsstraßenkontrolleinheit (4) durch ein Produktfehlerdatenterminal (7), wobei die Fehlercodedaten das Vorliegen fehlerhafter Produkte anzeigen, die ausgetauscht werden sollten, und Verwenden des Produktfehlerdatenterminals (7), um die Fehlercodedaten nach Behebung eines Fehlers durch Austausch der fehlerhaften Produkte zu löschen;

wobei das Verfahren des weiteren umfaßt:

einen ersten Schritt, welcher Parameterdaten wie Zeitsteuerung, Qualitätsbedingungen und Zustand von Bedienpersonen für Betriebsbedingungen der Fertigungsstraße überwacht;

einen zweiten Schritt, welcher die Parameterdaten mit einem Warnpegelschwellwert vergleicht;

und einen dritten Schritt, welcher, wenn die Parameterdaten größer als der Warnpegelschwellwert sind, eine Warnmeldung durch die Fertigungsstraßenterminals (3) oder das Leitregelterminal (6) anzeigt.

9. Verfahren zum Betreiben eines vielseitigen Produktionssystems nach Anspruch 8, wobei das Verfahren umfaßt:

einen Schritt, welcher, wenn die Parameterdaten größer als der Gefahrenpegelschwellwert sind, eine Gefahrenmeldung durch das Fertigungsstraßenterminal (3) oder das Leitregelterminal (6) anzeigt; und

einen Schritt, welcher Arbeitsaufträge zum Umorganisieren der Fertigungsstraße ausgibt.

10. Verfahren zum Betreiben eines vielseitigen Produktionssystems nach Anspruch 9, wobei die Fertigungsstraße durch Ändern der Arbeitsmannstunden für jede Bedienperson und der Anzahl von Bedienpersonen umorganisiert wird und sich der Arbeitsplatz je nach Bewertung der Bedienpersonen ändert.

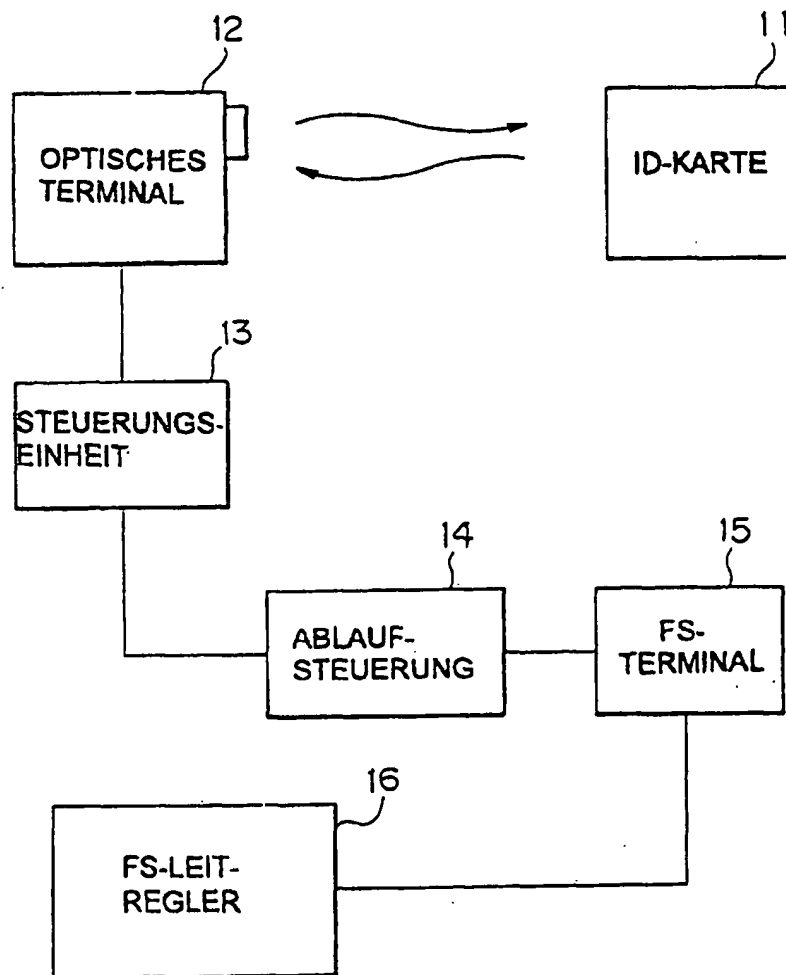
11. Verfahren zum Betreiben eines vielseitigen Produktionssystems nach Anspruch 8 oder 9, wobei das Verfahren umfaßt:

einen weiteren Schritt, welcher die Parameterdaten mit einem kritischen Fehlerpegelschwellwert vergleicht;

einen Schritt, welcher die Fertigungsstraße anhält;

und einen weiteren Schritt, welcher Arbeitsaufträge für Bedienpersonen anzeigt und ausgibt, wodurch nächste Arbeitsgänge über Fertigungsstraßenterminals (3) oder das Fertigungsstraßenkontrolleinheitenterminal (6) vorgesehen werden, wenn die Parameterdaten größer als der kritische Schwellwert sind.

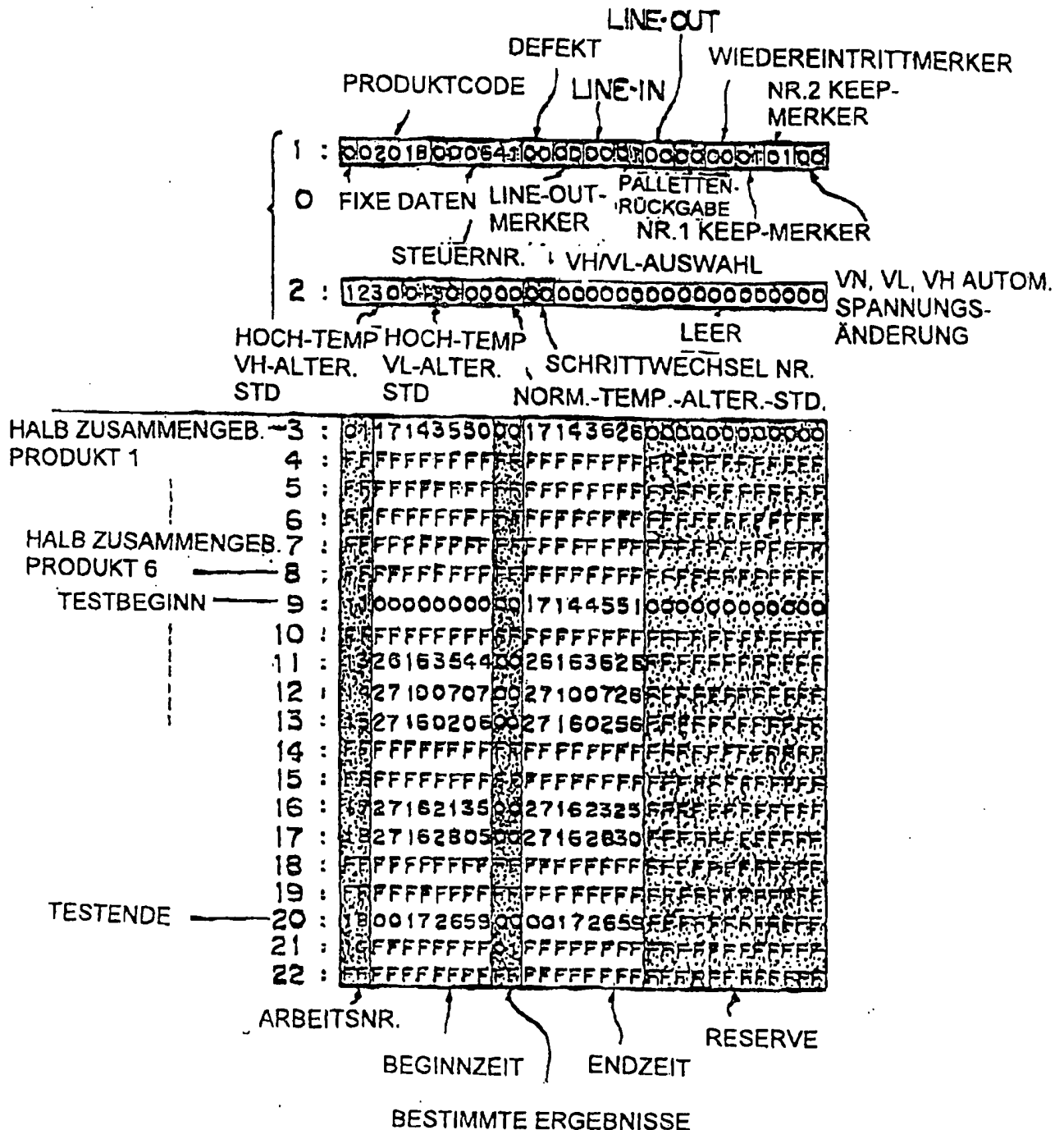
Fig.3



4/22

Fig. 4

FORMAT VON ID-KARTE



5/22

Fig. 5

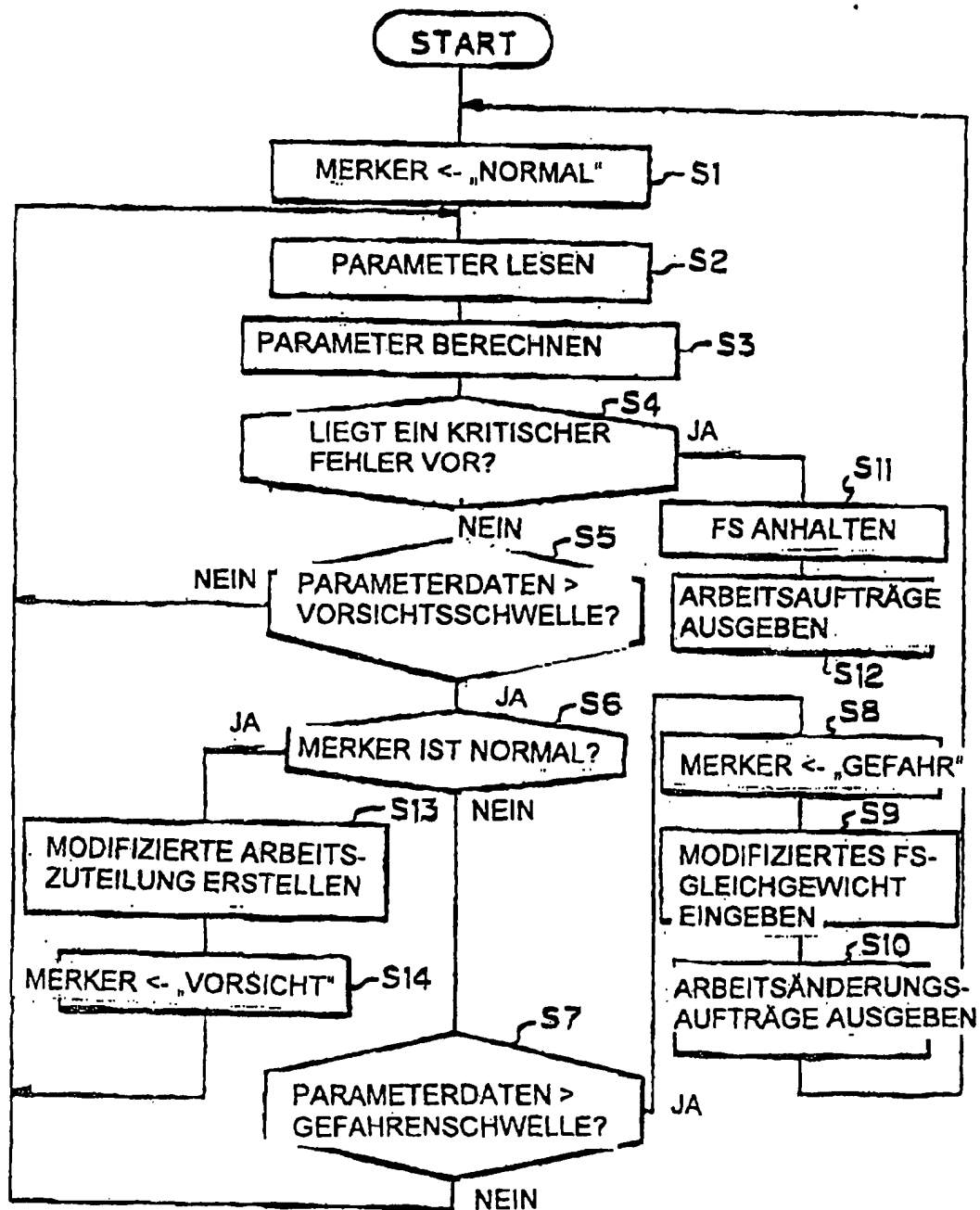


Fig. 6

PROZESS	n=21 m=3	GRUPPEN- SUMME	MULTIPLIKATION MIT BEWERTUNGEN	ZUTEILEN VON IMAGINÄREM PROZESS
PROZESS M1 BEWERTUNG $R_1 = 110$	$X_1 = 15$ $X_2 = 12$ $X_3 = 8$ $X_4 = 10$ $X_5 = 11$ $X_6 = 6$	$A_1 = 62$	$A_1 * 100 / R_1 = 57$	$A_1 * 100 / R_1 + X_{15} + X_{16} + X_{20}$ $= 75$
PROZESS M2 BEWERTUNG $R_2 = 80$	$X_7 = 18$ $X_8 = 11$ $X_9 = 20$	$A_2 = 49$	$A_2 * 100 / R_2 = 62$	$A_2 * 100 / R_2 + X_{18} + X_{21} = 75$
PROZESS M3 BEWERTUNG $R_3 = 95$	$X_{10} = 23$ $X_{11} = 7$ $X_{12} = 6$ $X_{13} = 17$ $X_{14} = 10$	$A_3 = 63$	$A_3 * 100 / R_3 = 67$	$A_3 * 100 / R_3 + X_{17} + X_{19} = 75$
IMAGINÄRE PROZESS- ARBEITSGÄNGE	$X_{16} = 9$ $X_{16} = 6$ $X_{17} = 4$ $X_{18} = 7$ $X_{19} = 4$ $X_{20} = 3$ $X_{21} = 6$			\uparrow MIN. FS-GLEICHGEWICHT VERLUST

$$X = 213$$

$$A = 71$$

Fig. 7

	n=21 m=3	GRUPPEN- SUMME	MULTIPLIKATION MIT BEWERTUNGEN	ZUTEILEN VON IMAGINÄREM PROZESS
PROZESS M1 BEWERTUNG $R_1 = 110$	$X_1 = 15$ $X_2 = 12$ $X_3 = 8$ $X_4 = 10$ $X_5 = 11$ $X_6 = 6$	$A_1 = 62$	$A_1 * 100 / R_1 = 57$	$A_1 * 100 / R_1 + X_{15} + X_{16} + X_{21} = 78$
PROZESS M2 BEWERTUNG $R_2 = 70$	$X_7 = 18$ $X_8 = 11$ $X_9 = 20$	$A_2 = 49$	$A_2 * 100 / R_2 = 70$	$A_2 * 100 / R_2 + X_{17} + X_{19} = 78$
PROZESS M3 BEWERTUNG $R_3 = 95$	$X_{10} = 23$ $X_{11} = 7$ $X_{12} = 6$ $X_{13} = 17$ $X_{14} = 10$	$A_3 = 63$	$A_3 * 100 / R_3 = 67$	$A_3 * 100 / R_3 + X_{18} + X_{20} = 77$
IMAGINÄRE PROZESS- ARBEITSGÄNGE	$X_{15} = 9$ $X_{16} = 6$ $X_{17} = 4$ $X_{18} = 7$ $X_{19} = 4$ $X_{20} = 3$ $X_{21} = 6$			MIN. FS-GLEICHGEWICHT VERLUST \uparrow

$X = 213$

$A = 71$

Fig. 8

Fig. 8A

Fig. 8A
Fig. 8B

ARBEITSINHALTE

TYPEN-CODE	PRODUKT-NAME	ARBEITS-NAME	ARBEITS-INHALTE	ZUSAMMENBAUTEILE	VORBER.-STD.	REINIG.-STD.	MANN-STD.	ARBEITS-ABFOLGE
				TEIL-NAME	VON	STK.	VORBER.	REINIG.
10451	α	X ₁	BASIS A ZUS.-BAUEN	BASIS A	WH B	1	5	1
		X ₂	BASIS A ANSCHRAUBEN	M 3x6	-	3		15
		X ₃	N.P. BESCHRIFTEN	NP α	BAUS.	1		12
		X ₄	M. ARMATUREN ANBRINGEN	MF A	WH B	1	4	8
		X ₅	M. ARMATUREN ANSCHRAUBEN	M 3x4	-	2		10
		X ₆	P.S.-EINHEIT ANBRINGEN	P.S.-EINHEIT	WH A	1	4	11
		X ₇	P.S.-EINHEIT ANSCHRAUBEN	M 3x10	-	2		6
		X ₈	DISKETTENLW ANBRINGEN	FDD	BAUS.	3		18
		X ₉	DISKETTENLW ANSCHRAUBEN	M 3x10	-	2		11
		X ₁₀	Pl-PLATTE ANBRINGEN	Pl-EINHEIT	EINH.-REGAL	1		20
		X ₁₁	Pl-PLATTE ANSCHRAUBEN	M 3x5	-	2		23
								7
								11

12.10.01

10/22

Fig. 9A

BEDIENPERSON- ID	NAME	BEWERTUNG
3 8 4 7 2	ICHIRO KANAZAWA	1 1 0
1 7 4 6 2	HANAKO ISHIKAWA	8 0

Fig. 9B

HOCHEFFIZIENZ- ARBEITSZEITRAUM	
BEGINN	ENDE
1 0 : 0 0	1 1 : 0 0
1 5 : 0 0	1 6 : 0 0

Fig. 9C

TYPENCODE	PROD.-ABFOLGENR.
1 0 4 5 1	1
0 2 3 4 2	1
4 8 2 3 1	1
8 7 3 5 4	2
3 7 2 3 9	2
7 4 3 2 9	2
4 3 7 8 4	2
6 8 7 2 4	3
5 2 4 3 8	3
3 2 7 6 4	3
6 4 3 2 6	4
6 2 3 2 8	4

12.10.01

11/22

Fig. 10A

WARTUNGS- WERKZEUG	LAGER- BESTAND
A	10
B	8
C	15

Fig. 10B

NAME	TYPENCODE WARTUNGS- WERKZEUG	STK.
α	BASIS A SCHRAUBE M3x 6 N.M. α METALL ARMAT. A SCHRAUBE M3x4 P.S. SCHRAUBE M3x10 DISKETTENLW SCHRAUBE M3x10 Pt-KARTE SCHRAUBE M3x5 FESTPL.-EINH. SCHRAUBE M3x12 UP-ABDECKUNG SCHRAUBE M3x4 SCHRAUBE M3x7 SCHRAUBE M3x3 SCHRAUBE M3x6 SCHRAUBE M3x7 WARTUNGS-WZ. A	1 3 1 1 2 1 2 3 2 2 1 2 1 2 3 2 1 1 1 1

Fig. 10C

BEGINN- DATUM	TYPEN- CODE	PRODUKT- NAME	STK.	ANBERAUMTES DATUM
10.06.92	1 0 4 5 1	α	1 0	10.08.92
10.06.92	7 4 3 2 9	β	6	10.07.92
10.06.92	6 4 3 2 6	γ	2 0	10.09.92

Fig. 1 1A

PROZESSBASISDATEI

PROZESS	PROD. NAME	STK.	ARBEITS- BEGINN- DATUM & ZEIT	TAKT- ABSTAND	ARBEITSGÄNGE									
					X 1	X 2	X 3	X 4	X 5	X 6	X 15	X 16	X 20	
M 1	α	10	10.06.92/08:40	75										
M 2	α	10	10.06.92/08:42	75										
M 3	α	10	10.06.92/08:44	75										
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:

Fig. 1 1B

TERMINIERUNGSDATEI

ARBEITS- BEGINN- DATUM	TYP & CODE	PRODUKT- NAME	STK.	PRODUKTIONS- ABFOLGE- NUMMER	ARBEITSBEGINN- ZEIT FÜR M1
10.06.92	10451	α	10	1	08 : 40
10.06.92	74329	β	6	2	08 : 53
10.06.92	64326	γ	20	3	09 : 12

13/22

Fig. 12

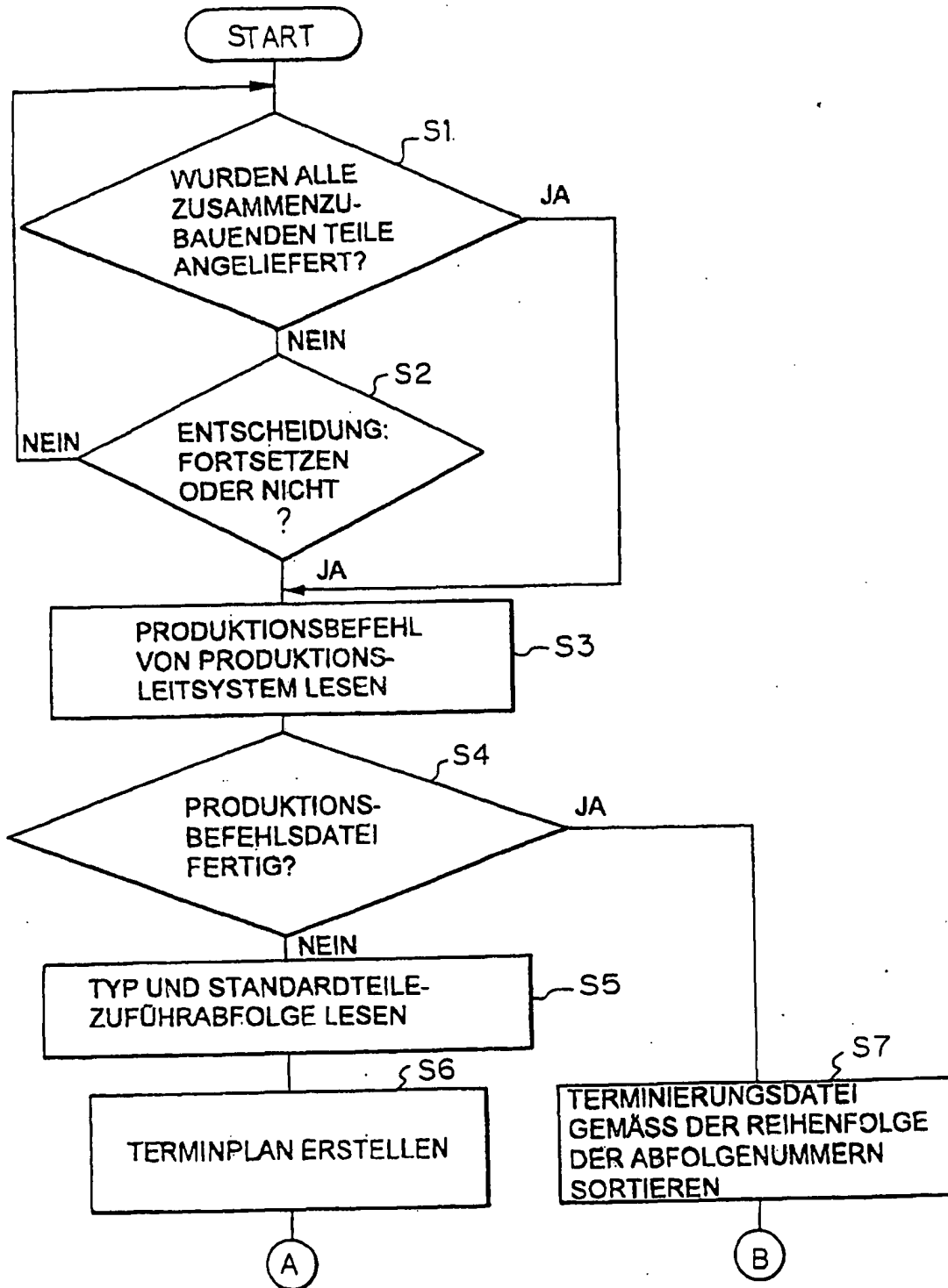


Fig. 13

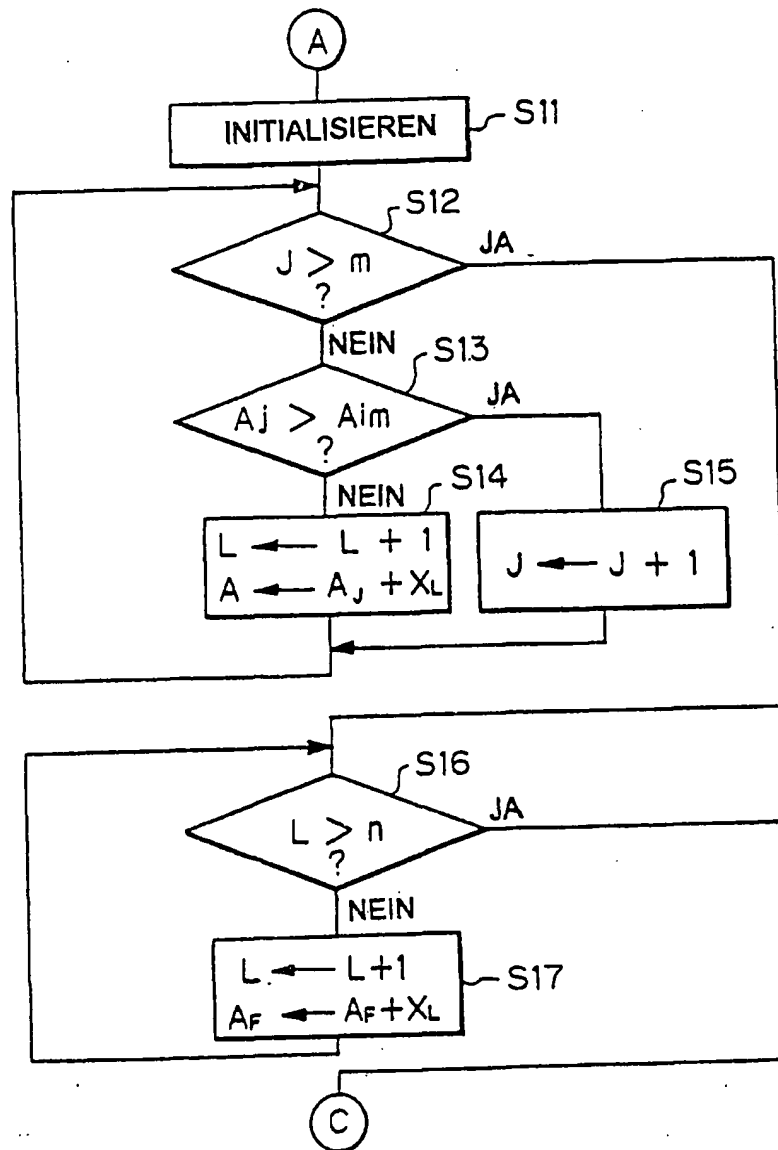


Fig. 14

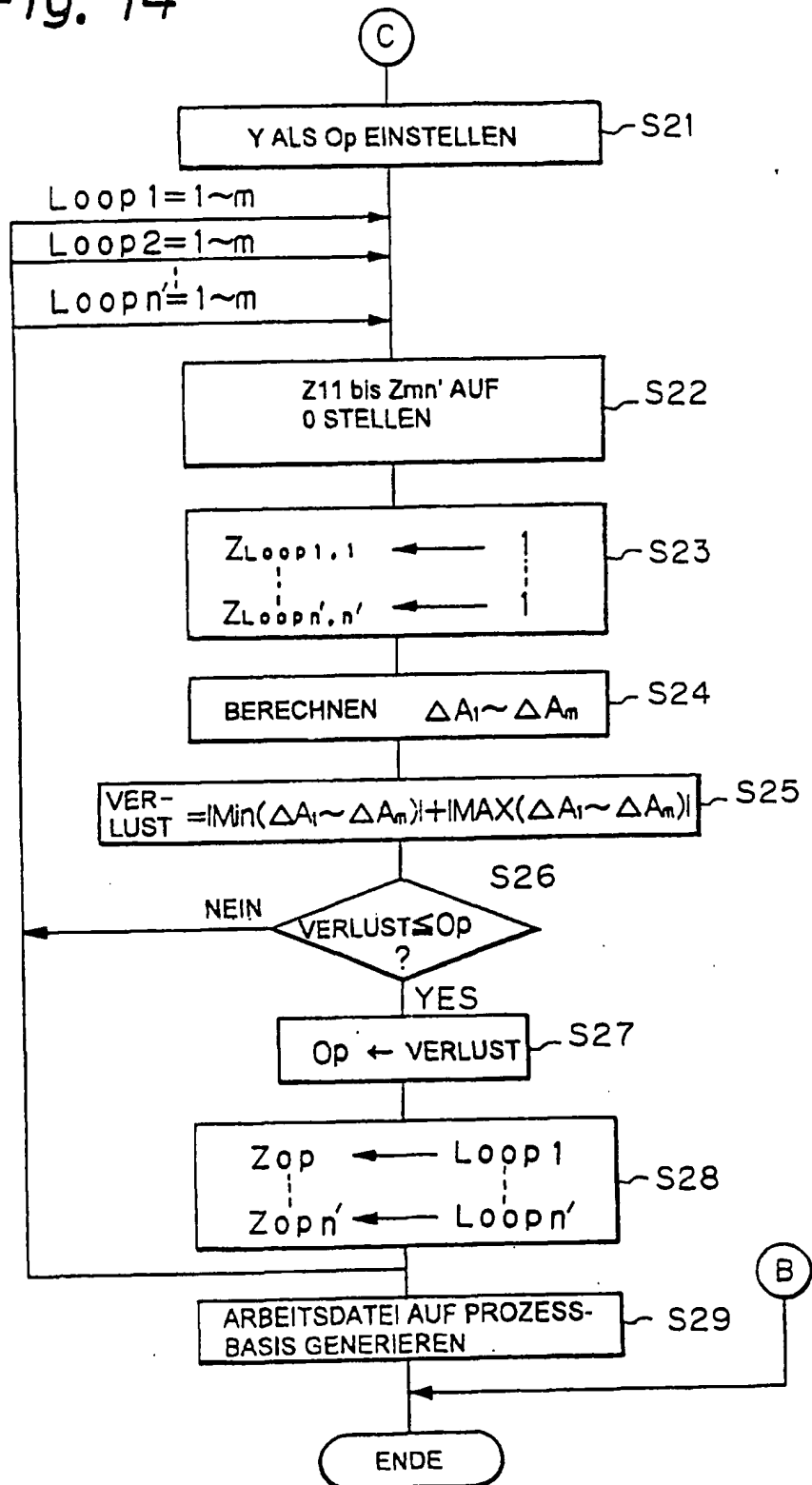


Fig. 15

$n=21$
 $m=3$

	GRUPPENSUMME	MULTIPLIKATION MIT BEWERTUNGEN	ZUTEILEN VON IMAGINÄREM PROZESS
PROZESS M1 BEWERTUNG $R_1 = 110$	$X_1=15$ $X_2=12$ $X_3=8$ $X_4=10$ $X_5=11$ $X_6=6$ $A_1=62$	$A_1 \quad 100/R_1=57$	$A_1 \times 100/R_1 + X_{15} + X_{16}$ $+ X_{20} = 75$
PROZESS M2 BEWERTUNG $R_2 = 80$	$X_7=18$ $X_8=11$ $X_9=20$ $A_2=49$	$A_2 \quad 100/R_2=62$	$A_2 \times 100/R_2 + X_{18} + X_{21}$ $= 75$
PROZESS M3 BEWERTUNG $R_3 = 95$	$X_{10}=23$ $X_{11}=7$ $X_{12}=6$ $X_{13}=17$ $X_{14}=10$ $A_3=63$	$A_3 \quad 100/R_3=67$	$A_3 \times 100/R_3 + X_{17} + X_{19}$ $= 75$
IMAGINÄRE PROZESS- ARBEITSGÄNGE	$X_{15}=9$ $X_{16}=6$ $X_{17}=4$ $X_{18}=7$ $X_{19}=4$ $X_{20}=3$ $X_{21}=6$		

$X = 213$
 $A_{im} = 71$

↑
MIN. FS-GLEICHGEWICHT
VERLUST

Fig. 16

$n=18$
 $m=3$

	GRUPPENSUMME	MULTIPLIKATION MIT BEWERTUNGEN	ZUTEILEN VON IMAGINÄREM PROZESS
PROZESS M1 BEWERTUNG $R_1 = 110$	$X_1=15$ $X_2=12$ $X_3=8$ $X_4=10$ $X_5=11$ $X_6=6$ $X_7=18$ $A_1=80$	$A_1 \quad 100/R_1=72.7$	$72.7 + X_{20} = 75.7$
PROZESS M2 BEWERTUNG $R_2 = 80$	$X_8=11$ $X_9=20$ $X_{10}=23$ $A_2=54$	$A_2 \quad 100/R_2=67.5$	$67.5 + X_{21} = 73.5$
PROZESS M3 BEWERTUNG $R_3 = 95$	$X_{11}=7$ $X_{12}=6$ $X_{13}=17$ $X_{14}=10$ $X_{15}=9$ $X_{16}=6$ $X_{17}=4$ $X_{18}=7$ $X_{19}=4$ $A_3=70$	$A_3 \quad 100/R_3=73.7$	73.7
IMAGINÄRE PROZESS- ARBEITSGÄNGE	$X_{20}=3$ $X_{21}=6$		

↑
MIN. FS-GLEICHGEWICHT
VERLUST

$X = 213$
 $A_{11}=82.2$
 $A_{12}=59.8$
 $A_{13}=71$

Fig. 17

Fig. 17A
Fig. 17B

Fig. 17A

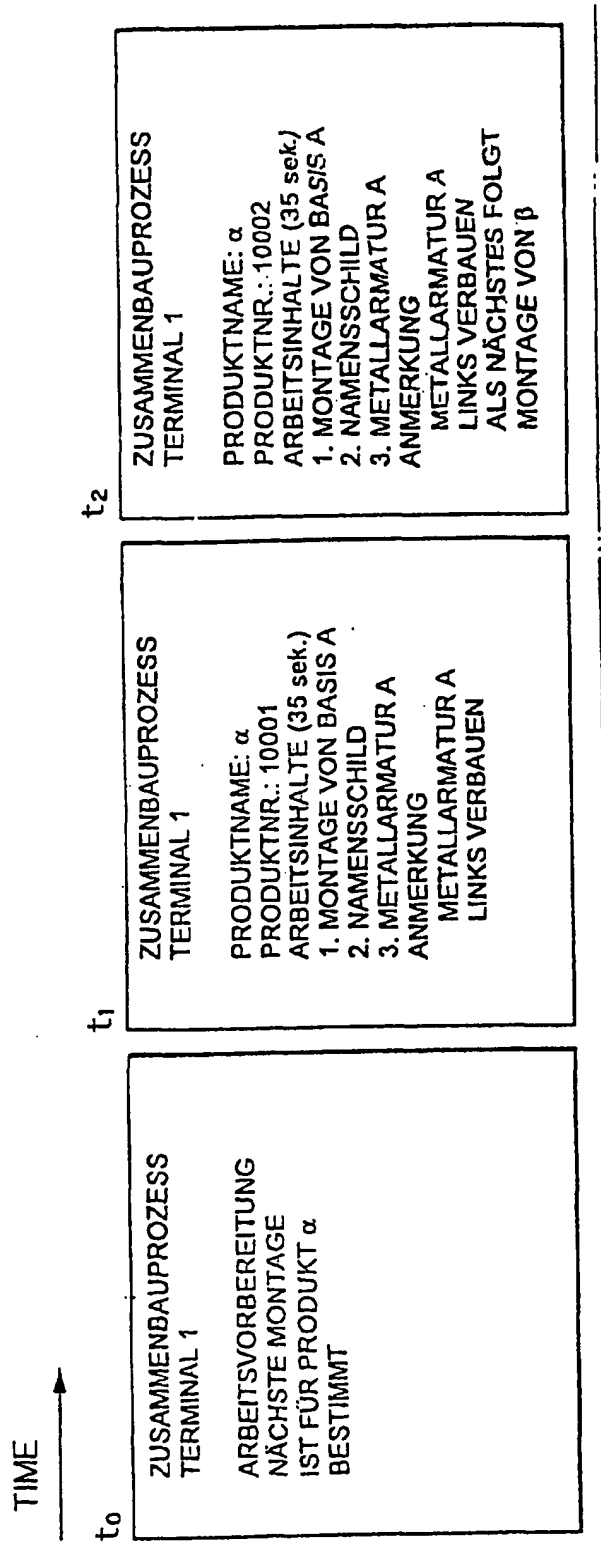


Fig. 17B

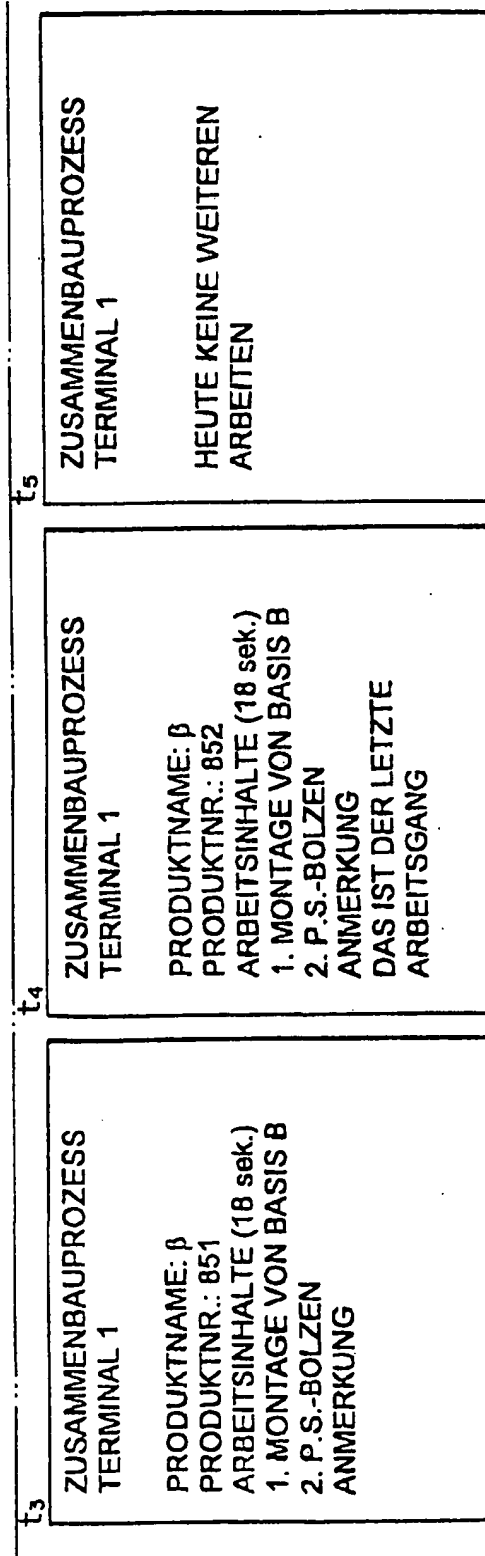


Fig. 18A

[FEHLERDATENTERMINAL]

TYP LT30 JIS G EH TEIL NR. 000401 28. SEPT. 1992
PRODUKT NR. 50372

TEST	00:	GRUNDL.	01:	ALTERUNG	02:	END	00
TEMP.	00:	NORM.T.	01:	NORM. T.	02:	H-TEMP.	00
SPANNUNG	00:	NORM.	01:	-10%	02:	+10%	00
IMPULS	00:	NEIN	01:	JA	02:	ANDERE	00

20/22

Fig. 18B

[FEHLERDATENTERMINAL]

28. SEPT. 92

TYP PF7900B222C<P> PAT-NR. 000002
PRODUKT NR. 50372

TEST	00	TEMP	00	SPANN.	00	IMPULS	00
------	----	------	----	--------	----	--------	----

AUFTRETEN 00: NORM 01: INTERMIT. 06: WIEDERAUFTR. 01:
PHÄNOMEN CODE 423 ANFORDERUNG 11 NAME JACK
PROG.-NAME
FEHLERINHALT
ZEILEN AUF BILDSCHIRM

10.10.01

Fig. 19A

[FEHLERDATENTERMINAL] TYP: LT30/JIS G BH
 (BESTÄT. NR.) 000401

PRODUKT NR.: 50372 28. SEP 1992

Nr.	PROD.-NAME	LOSNR.	TEIL-NR.	J/N
01	LT SYS1H	03P	280050	
02	LT BP1	01A	1X0001	
03	PWR 116A	04D	12941	
04	KB(JIS)	11D	H714215T	
05	LCD	14A	17615	
06	3.5FPD	A6	20280417	NG
07	3.5DISK 135M	A8	0032050	
08				
09				
10				
11				
.				
.				
.				
20				
99				

SONSTIGE (OBERFLÄCHE IST BESCHÄDIGT)

Fig. 19B

[FEHLERDATENTERMINAL] TYP: LT30/JIS G BH
(BESTÄT. NR.) 000401

PRODUKT NR.: 50372 28. SEP. 1992

Nr.	PROD.-NAME	LOSNR.	TEIL-NR.	J/N
01	LT SYS1H	03P	280050	J/N
02	LT BP1	01A	1X0001	
03	PWR 116A	04D	12941	
04	KB(JIS)	11D	H714215T	
05	LCD	14A	17615	
06	3.5FPD	A6	20280417	NG
07	3.5DISK 135M	A8	0032050	
08				

20
99 SONSTIGE (OBERFLÄCHE IST BESCHÄDIGT)